

550.165

HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

8

TARTALOM

KOCSIS MIKLÓS: Szilícium planáris epitaxiális kapcsoló tranzisztorok	225
HENK KÁROLY: Félvezetők áram—feszültség jelleggörbéjének vizsgálata nagy térerősségnél	233
Az Oktatási Bizottság közleménye	237
TORDAI TAMÁS: Sugártetródák árameloszlásának vizsgálata	238
DR. TOMASCHEK ZOLTÁN: Intermetallikus szilicidek getterhatása	242
LAJKÓ SÁNDOR: 60/120-csatornás, szimmetrikus kábeles vivőáramú távbeszélő rendszer	246
Tartalmi összefoglalások	222
Обобщения	222
Zusammenfassungen	223
Summaries	223
Résumés	224

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA szerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, SÁRKÖZY GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, FLESCH ISTVÁN, RUPPENTHAL PÉTER, VÁSÁRHELYI PÁL szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Október 6. utca 7. IV. 421. Telefon: 183-772 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113-027

Szerkesztő bizottság tagjai: ALMÁSSY GYÖRGY kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGY, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KÖMÜVES FRIGYES kandidátus, LAJKÓ SÁNDOR, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VIG ISTVÁN

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221–235. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. Csekkszámalszám: egyéni 61,254, közületi 61,066 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” P. O. B. 149 Budapest 62.

68.880 Egyetemi Nyomda, Budapest Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató



KOCSIS MIKLÓS

Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet

Szilícium planáris epitaxiális kapcsolótranzisztorok*

ETO 621.318,57:621.382.3:669.782

A jelenleg használatos legkorszerűbb kapcsolóeszközök egyike a szilícium planáris epitaxiális kapcsolótranzisztor. A következőkben a kis és közepes teljesítményű, ill. csúcsáramú (max 600 mA) típusok működését tárgyaljuk. A nagy teljesítményű eszközök problémáival nem kívánunk foglalkozni. Az itt közölt megállapításokat azonban értelemszerűen a nagy teljesítményű típusokra is kiterjeszthetjük.

A részlet problémákat a következő sorrendben tárgyaljuk: A kapcsolóeszköz felépítése; a kapcsolóműködés fizikai sajátosságai; a kapcsolási időállandók áram- és feszültségfüggése; a kapcsoló üzemi alkalmazás problémái; az optimális működés tartománya.

1. Planáris epitaxiális tranzisztor felépítése, kapcsoló működésének fizikai sajátosságai

E tranzisztor-típus felépítésének vázlatos rajzát az 1. ábra mutatja. Az erősen szennyezett n^+ rétegen helyezkedik el az n -réteg, amelyben diffúzió segítségével a kollektor- és emitter-átmeneteket kialakítják. Így $n-p-n-n^+$ szerkezetű tranzisztort kapunk, melynek telítési feszültsége a maximálisan megengedett kollektoráram mellett kb. azonos a germánium-kapcsoló tranzisztoroknál megszokott 0,4–0,7 V-os értékkel. Ezen előnyös tulajdonság az epitaxiális felépítésnek — az n^+ réteg alkalmazásának — köszönhető, amely kis kollektor soros ellenállást biztosít.

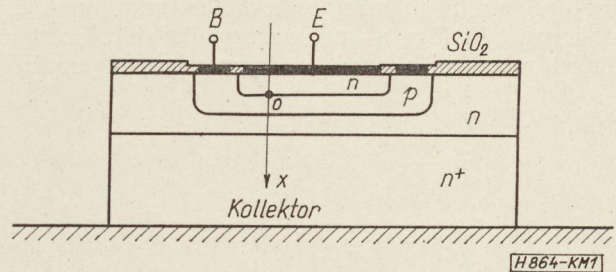
A planáris technológia jó felületi passziválást tesz lehetővé, tehát stabil, kis visszáramokat lehet elérni. E kérdéseket most nem tárgyaljuk. Fő célunk a kapcsoló-működés fizikai sajátosságainak vizsgálata, melyen keresztül az optimális, nagy sebességű működéshez tartozó beállítás feltételeit is meg tudjuk határozni. Az alkalmazásban ez általában döntő fontosságú. Elsősorban tehát azzal a kérdéssel foglalkozunk, hogyan alakulnak a kapcsolási idők e tranzisztor-típusnál.

1.1 Fel- és lefutási idő

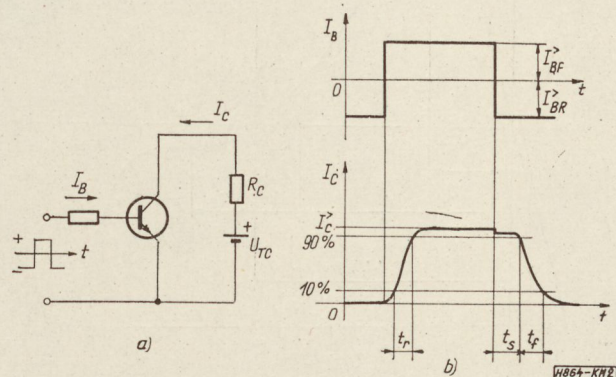
Először a kollektor-impulzus fel- és lefutási idejével foglalkozunk. A telítési idővel kapcsolatos kérdéseket később tárgyaljuk. A fel- és lefutási idő a földelt emitteres kapcsolásban (2. ábra), abban az esetben, ha erős túlvezérlést alkalmazunk, ami a gyakorlatban szokásos, a következőképpen írható fel:

$$t_r \approx 0,8 \tau_c \frac{I_c^>}{I_{BF}^>} \quad t_f \approx 0,8 \tau_c \frac{I_c^>}{I_{BR}^>}$$

(A fenti összefüggések levezetését a későbbiekben ismertetjük.)



1. ábra. A szilícium planáris epitaxiális tranzisztor felépítése



2. ábra. Ábrák a kapcsolási idők számításához. a — A földelt emitteres tranzisztor-kapcsoló áramköre; b — a bázis és kollektor áram-impulzus hullámformája

* A HTE Félvezető Szakosztályának 1967. december 12-i ülésén elhangzott előadás.

Ebben az eredményben az az érdekes, hogy a kapcsolási idők a töltéstárolási időállandóval (vagy más szóval a bázis futási idővel) arányosak.

A töltéstárolási időállandó, mint ismeretes [1]

$$\tau_c = \frac{1}{2\pi f_1}$$

alakban írható fel, ahol f_1 a levágási frekvencia. Tehát a földelt emitteres kapcsolásban működő tranzistor kapcsolási idejét nem a τ_n ; (τ_p) a kisebbségi töltéshordozó-élettartam szabja meg, amit első ránézésre várnánk, hanem a földelt bázisú kapcsolás működési sebességére jellemző töltéstárolási időállandó. E kérdést itt részletesen nem tárgyaljuk, csupán annyit említünk meg, hogy az erős túlvezérlésnél a bázisáram sokkal nagyobb annál, mint amennyi a rekombináció fedezéséhez szükséges. Így érthető, hogy ebben az esetben a rekombinációnak, ill. a kisebbségi töltéshordozó élettartamnak nincs döntő szerepe a kapcsolási folyamatokban.

A bipoláris tranzistor töltésvezérelt eszköz. A fel- és lefutási idők alatt meghatározott töltésmennyiséget kell a tranzistorba betölteni, ill. kihúzni.

Ismeretes, hogy a töltéstárolási időállandó definíciója a következő:

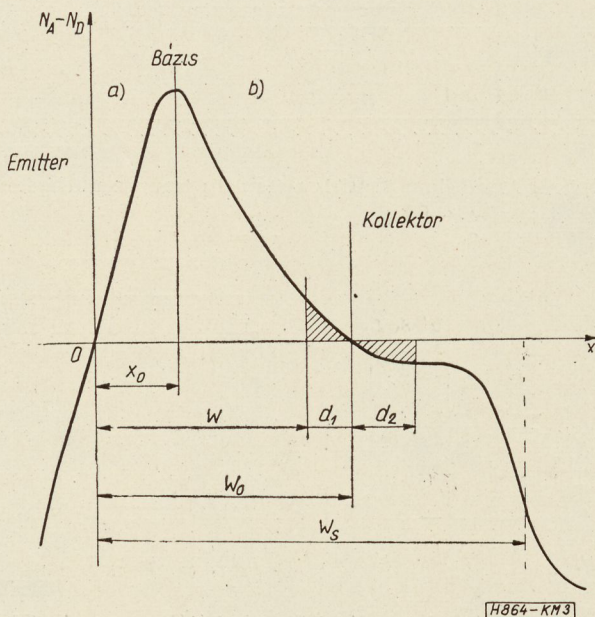
$$\tau_c = \frac{Q_B}{I_c},$$

ahol

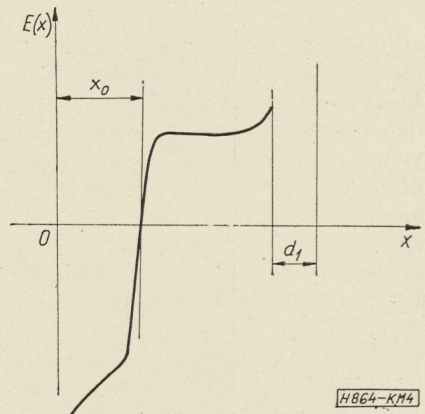
$$Q_B = qF_E \int_0^N [n(x) - n_{p0}] dx$$

F_E emitter keresztmetszet, n_{p0} az egyensúlyi elektron-sűrűség a bázisban.

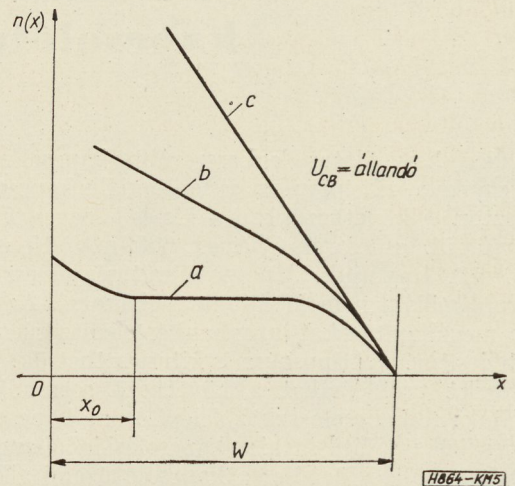
A bázisban tárolt töltés (Q_B) az ötvözött tranzistorok esetében arányos a kollektorárammal és csak gyengén függ a kollektorfeszültségtől. Ezért a töltéstárolási időállandó a kapcsolási folyamatok



3. ábra. Szennyezéseloszlások a planáris epitaxiális tranzistorban



4. ábra. Az elektromos térerősség eloszlása a planáris tranzistor bázisában



5. ábra. Kisebbségi töltéshordozó (elektron) — eloszlás a planáris tranzistor bázisában

alatt közelítőleg állandó. A diffúziós technológiával készülő tranzistor-típusokra azonban ez a megállapítás nem érvényes. E tranzistoroknál a töltéstárolási időállandó erős feszültség- és áramfüggést mutat. A gyors működés szempontjából ez nagyon hátrányos. A továbbiakban ezzel a kérdéssel foglalkozunk.

Mindenekelőtt a szennyezés- és kisebbségi töltéshordozó-eloszlásokat kell megismerni. A planáris epitaxiális tranzistorra érvényes szennyezés-eloszlást a 3. ábrán láthatjuk. A középső bázisstartomány két részre osztható. Az a) szakaszban fékező, a b) szakaszban gyorsító beépült elektromos tér van, amely — mint ismeretes — a szennyezés-eloszlás meredekségével arányos (4. ábra). A bázisban tárolt töltés a kisebbségi töltéshordozó-eloszlás alatti területtel arányos (5. ábra). Kis szintű injekció

$$n \ll N_A$$

esetében az a-jelű eloszlást kapjuk. Az x_0 szélességű tartományban a fékezőtér miatt kisebb-nagyobb mértékű „felhajlás” lép fel. A gyorsító-teres szakaszban az elektron-eloszlás közelítőleg állandó. A kollektoráramot emelve, a nagy szintű injekció

$$n \gg N_A$$

felé haladunk, amikor a beépült elektromos térerősség csökken. Így módon az eloszlási görbe fokozatosan kiegyenesedik (b és c eloszlások). A nagyszintű injekciós működésben az eloszlás tehát közelítőleg egyenes, éppen úgy, mint a homogén bázisú, azaz az ötvözött tranzisztor esetében.

Az elmondottak alapján érdekes összehasonlításokat tehetünk az ötvözött, drift és planáris tranzisztorok kapcsolási sebessége között. A kis teljesítményű, ötvözött tranzisztorokra vonatkozóan a töltéstárolási időállandó áramfüggését a 6. ábrában az a görbe mutatja. Ha a továbbiakban egy $p-n-i-p$ drift-tranzisztort vizsgálunk, melynél a kollektor- és emitter szennyezésátmenetek ugrásszerűek, akkor a b függvénymentet kapjuk. Itt természetesen feltételezzük, hogy az összehasonlításban szereplő különböző tranzisztor-típusok bázisszélessége, emitter- és kollektor keresztmetszete azonos.

A b függvénymentet magyarázata nyilvánvaló, hiszen a bázisba beépült gyorsító elektromos tér miatt a töltéstárolási időállandó — azaz a futási idő — sokkal kisebb lett, mint az ötvözött tranzisztorban. Növekvő áramsűrűségnél azonban a beépült gyorsító tér fokozatosan megszűnik. A kisebbségi töltéshordozó-eloszlás közelítőleg lineáris lesz, tehát a bázisszélesség (w_0) határozza meg a futási időt éppen úgy, mint az ötvözött tranzisztorban. Ezért a nagyszintű injekció esetében (C-kollektoráram tartomány) a drift- és ötvözött tranzisztor működési sebessége, azonos bázisszélesség mellett, megegyezik.

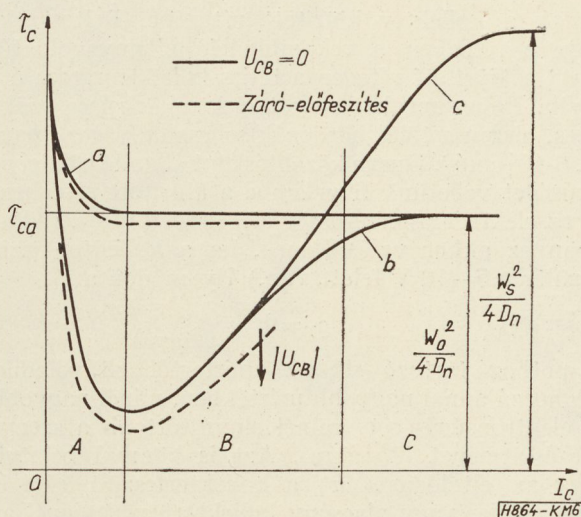
A továbbiakban a planáris tranzisztort fogjuk megvizsgálni. Az átmeneteket ekkor diffúzióval alakítják ki. Ennek a kollektorátmenet esetében döntő fontossága van. A w_0 bázisszélesség azonosságát feltételezve, a futási idő áramfüggése a kezdeti szakaszban (A) a drift-tranzisztorra érvényes b görbével egyezik meg. A B és C tartományokban növekvő áramsűrűség mellett azonban a futási idő rohamos növekedése következik be. Ennek oka egy új jelenség: egyrészt a kollektorátmenet elektromos szempontból egyre jobban eltávolodik az emittertől, másrészt a kiürített réteg szélessége — a bázis felőli oldalon — csökken. Ezért az effektív bázisszélesség nagyobb lehet, mint a w_0 geometriai bázisszélesség (3. ábra).

Mivel a C-szakaszban a futási idő az effektív bázisszélesség négyzetével arányos,

$$\tau_{co} \approx \frac{w^2}{4D_n},$$

azt a kedvezőtlen eredményt kapjuk, hogy a diffúzióval készült kollektorátmenet esetében a tranzisztor a nagyszintű injekciós működésben viszonylag lassabban kapcsol, mint az ötvözött vagy a drift-típus. A valóságban természetesen a planáris tranzisztorok kapcsolási ideje sokkal kisebb lehet, mint az ötvözött vagy drift-tranzisztoroké, ennek azonban az az oka, hogy a diffúziós technológiával $1-3 \mu\text{m}$ (w_0) geometriai bázisszélességet is jól meg lehet valósítani, szemben az ötvözött, drift-tranzisztorokra érvényes $10-15 \mu\text{m}$ -es minimális értékkel.

A diffúziós technológia alkalmazása tehát mégis nagy előnnyel jár. Ezt azonban elsősorban csak a kis



6. ábra. A töltéstárolási időállandó áramfüggése ötvözött (a), drift (b) és planáris (c) tranzisztorokra

szintű injekciós működésben tudjuk teljesen kihasználni. Fontos kérdés tehát, mi okozza a kollektorátmenet eltolódását, s ezen keresztül a futási idő növekedését. E jelenség az irodalomból Kirk-effektus néven ismeretes [2]. Szükséges megjegyezni azonban azt, hogy az említett szerző csak a kiürített réteg szélességének csökkenését veszi figyelembe. Vizsgálataink szerint ez nem nyújt kielégítő magyarázatot. A kollektorátmenet hátratólódása a döntő, melyet legújabbán Pritchard is említ könyvében [3].

A Kirk-effektus lényege röviden a következő: A kollektor kiürített rétegébe érkező, mozgó töltéshordozók miatt lecsökken a kiürített réteg szélessége, tehát az effektív bázisszélesség megnő.

Sokkal fontosabb azonban az, hogy a mozgó töltéshordozók miatt a kollektorátmenet helye is eltolódik, mégpedig az áramsűrűség növelésénél távolodik az emittertől. Ez a jelenség mindig fellép, még az ötvözött tranzisztorokban is, de ugrásszerű szennyezés-átmeneteknél az eltolódás olyan kicsi, hogy teljesen elhanyagolható. Minél jobban elnyújtott az átmenet, annál nagyobb mértékű lesz a kollektor hátratólódása. A diffúziós technológiával előállított kollektorátmenetek esetében, a tranzisztorokban ez az effektus játszik döntő szerepet a töltéstárolási időállandó nagyszintű áramfüggésében. Ezt az is bizonyítja, hogy a töltéstárolási időállandó nagyszintű növekedése akkor is jelentős, amikor a kollektor-bázis zárófeszültség kicsi, vagy nulla, tehát pusztán a kiürített réteg csökkenése által okozott hatással nem lehetne magyarázni a töltéstárolási időállandó növekedését.

A $p-n$ átmenet — határfelület — ott van, ahol a tértöltés-sűrűség

$$\varrho_T = N_A - N_D + n - p$$

éppen nulla. Lezárt állapotban vagy kis kollektoráram mellett a mozgó töltéshordozók hatása elhanyagolható. Az átmenet helye elektromos szempontból is megegyezik a szennyezés-eloszlás által meghatározott helyzettel. Ezt láthatjuk a 7a ábrán. Ha az emitter elektronokat injektál, akkor azok el-

jutnak a kollektor kiürített rétegébe. Feltesszük, hogy e rétegben a rekombináció elhanyagolható. Ezért a kiürített rétegen a teljes kollektoráram átfolyik. Ehhez meghatározott elektron-sűrűség szükséges, hiszen a töltéshordozók sebessége véges (max. kb. $6 \cdot 10^6$ cm/s). Durva közelítésként állandó elektron-sűrűséget vehetünk figyelembe a kiürített rétegben, ha az elektromos térerősség elegendően nagy. (Általában ez akkor valósul meg, ha a kollektor-bázis feszültség 5–10 V felett van.) Ily módon a

$$\varrho_T = 0$$

állapothoz tartozó sík az emittertől eltávolodik, méghozzá annál nagyobb mértékben, minél nagyobb az elektronsűrűség és minél elnyújtottabb a szennyezés-átmenet (7b ábra). Azt is könnyű belátni, hogy az eltolódás (Δw) a kollektorfeszültségtől is függ. Nulla vagy alacsony kollektorfeszültségnél az elektromos térerősség, és ezáltal a részecske-sebesség is kicsi. Ezért ugyanakkora áramhoz (áramsűrűséghez) nagyobb elektron-sűrűség tartozik. Az eltolódás nagyobb lesz, mint — azonos áram mellett — nagy zárófeszültségnél. Ezt a mérési eredmények is igazolják, melyeket később látni fogunk.

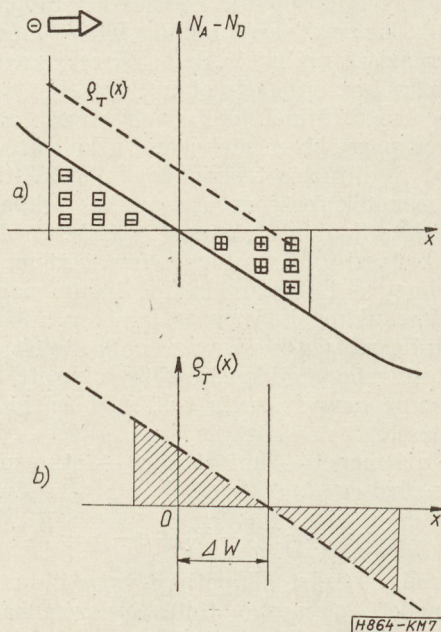
Az elmondottak alapján már megvizsgálhatjuk, hogyan változik a be- és kikapcsolás alatt a töltéstárolási időállandó, melynek értékével a fel- és lefutási idő arányos. Induljunk ki abból, hogy a tranzistor lezárt állapotban van. Ekkor

$$I_C = 0$$

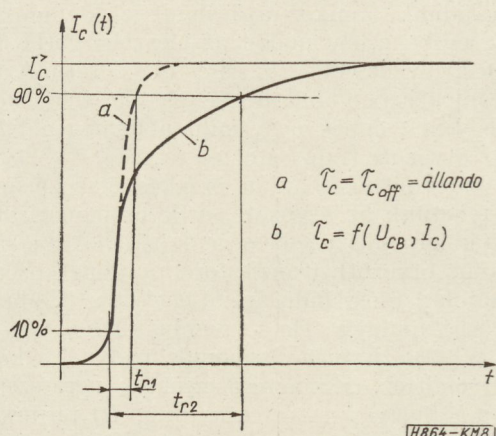
$$U_{CB} = U_{TC}$$

(U_{TC} — a kollektor tápfeszültség).

A felfutási időszak alatt a kollektoráram növekszik, ugyanakkor a kollektor-bázis feszültség csökken. Amint azt a 6. ábrából (c görbe) kiolvassuk,



7. ábra. Ábrák a kollektorátmenet hátratólódásának magyarázatához. a — Szennyezéseloszlás a kollektorátmenetnél; b — tértöltés eloszlás a mozgó töltéshordozókat is figyelembe véve



8. ábra. A kollektoráram időfüggvénye a bekapcsolási időszakban. a — Feltételezzük, hogy a töltéstárolási időállandó a bekapcsolás alatt nem változik; b — a kollektoráram felfutása a valóságos esetben, amikor a töltéstárolási időállandó erős áram- és feszültségfüggést mutat

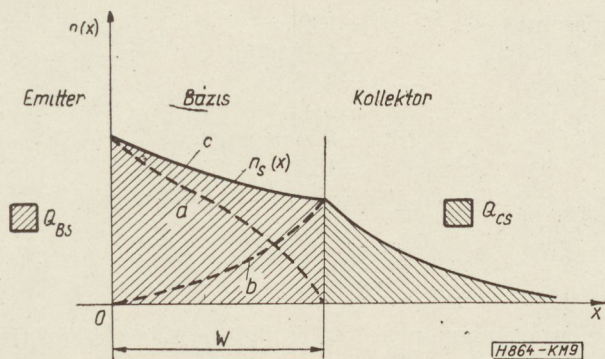
hatjuk, kezdetben a töltéstárolási időállandó kicsi, majd növekvő árammal egyre nagyobb lesz. Ezt még az is fokozza, hogy közben a kollektorfeszültség csökken, tehát a nagyobb zárófeszültséghez tartozó görbékről áttérünk a kisebb, sőt nulla kollektor feszültséghez tartozó görbékre. Az áram- és feszültségfüggés együttesen jelentkezik, s mindkettő rontja a működési sebességet. Így kapjuk a 8. ábrán látható kollektoráram időfüggvényt, amely a bekapcsolási időszakra érvényes. A 10% szint feletti szakaszban először nagyon gyorsan emelkedik a kollektoráram, majd — a futási idő erős növekedése miatt — lelassul a bekapcsolási folyamat. A felfutási idő ezért sokkal nagyobb, mint amit a minimális futási idő alapján várunk. Hasonló megállapításokat tehetünk a lefutási időre is.

Az elméleti- és kísérleti vizsgálatok szerint a nulla kollektorbázis feszültséghez és az átfolyó kollektoráram-impulzus amplitúdójához — mint munkapont-hoz — tartozó bázis-futási idő (τ_{co}) alapján a fel- és lefutási időket durva közelítéssel számolni lehet. A későbbiekben pontosabb közelítést is adunk. A kapcsolótranzistor működési sebességére tehát ez a paraméter jellemző.

A továbbiakban a telítési idővel kapcsolatos problémákra térünk rá.

1.2 Telítési idő

A diffúzióval készített kollektor-átmenet még egy érdekes tulajdonsággal rendelkezik, ami kapcsolóüzemben hátrányos. Mint ismeretes, kapcsolóüzemben az áramvezetés alatt a tranzistor általában a telítési tartományban működik. Ez annyit jelent, hogy mindkét átmenet nyitóirányban van előfeszítve, tehát nemcsak az emitter-, hanem a kollektor is injektál töltéshordozókat a bázisba. Így alakul ki a 9. ábrán látható $n_s(x)$ eloszlás (c görbe), amely az a) és b) eloszlások (emitter, ill. kollektortól származó eloszlások) összege. Ha a kollektorátmenet ugrásszerű, akkor csak a bázisban lesz többlet tárolt töltés, ami a kikapcsolási folyamatot meghatározott ideig késleltetni tudja. Mint ismeretes, ez a késés a telítési idő (2. ábra).



9. ábra. Kisebbségi töltéshordozó-eloszlás a diffúziós technológiával előállított tranzisztor bázis- és kollektortartományai-ban

A nyitó tartományban bármely diffundáltatott átmenet jó közelítéssel szimmetrikus, amely mindkét irányba injektál kisebbségi töltéshordozókat. Ezért a kollektor-rétegben is jelentkezik meghatározott többlettöltés (Q_{CS}), s ez jelentékenyen megnöveli a telítési időt.

Ezt a kellemetlen viselkedést oly módon lehet megszüntetni, hogy a kollektor-rétegbe aranyat diffundáltatnak. Az arany erősen lecsökkenti a töltéshordozó élettartamot és természetesen a diffúziós úthosszat. Ezáltal a kiürített rétegen átjutott töltéshordozók (mivel a kiürített réteg ilyenkor nagyon keskeny, a rekombináció feltehetőleg még az arany-szennyezés jelenlétében is elhanyagolható) gyorsan rekombinálnak, a Q_{CS} kollektoroldali tárolt többlet-töltés lecsökken. Természetesen ennek megfelelően a telítési idő is kisebb lesz.

E módszernek hátránya az, hogy az arányszennyezés a bázisba is behatol, ezért az áramerősítés tényező lecsökken az arányszennyezés nélküli esethez viszonyítva. Egy másik tulajdonsága az aránnyal szennyezett eszközöknek az átmeneti kapacitások frekvenciafüggése. Ezen összefüggés ismerete az aránnyal szennyezett eszközök struktúravizsgálatában nagyon jelentős. Az ezzel kapcsolatos problémákat azonban itt nem tárgyaljuk. Az arányszennyezés a kisebbségi töltéshordozó-élettartam áramfüggésén keresztül is megfigyelhető. Az áramsűrűség növelésekor a töltéshordozó-élettartam növekszik, majd beáll egy állandó értékre. Arányszennyezés nélkül ennek ellenkezője érvényes: Növekvő áramsűrűség-nél a kisebbségi töltéshordozó-élettartam csökken. Az arányszennyezés jelenléte ily módon már e függvénymenet jellege alapján is felismerhető.

2. Kapcsolási idők számítása

Ötvözött tranzisztorokra vonatkozóan a földelt emitteres kapcsolásban a kapcsolási időket a következőképpen lehet számolni [4]:

$$t_r = \tau_n \ln \frac{1 - \frac{0,1 I_c^{\rightarrow}}{B_0 I_{BF}^{\rightarrow}}}{1 - \frac{0,9 I_c^{\rightarrow}}{B_0 I_{BF}^{\rightarrow}}} \quad (1)$$

$$t_f = \tau_n \ln \frac{1 + \frac{0,9I_c^{\rightarrow}}{B_0 I_{BR}^{\rightarrow}}}{1 + \frac{0,1I_c^{\rightarrow}}{B_0 I_{BR}^{\rightarrow}}} \quad (2)$$

$$t_s = \tau_s \ln \frac{I_{BF}^{\rightarrow} + I_{BR}^{\rightarrow}}{\frac{I_C^{\rightarrow}}{B_0} + I_{BR}^{\rightarrow}} \quad (3)$$

ahol

B_0 — áramerősítési tényező,

τ_s — telítési időállandó,

τ_n — kisebbségi töltéshordozó élettartam ($n - p - n$ tranzisztorok esetében),

$I_{BF}^{\rightarrow}$ — a nyitóirányú bázisáram impulzus-amp-
litúdója,

I_{BR}^{γ} — a kihúzó bázisáram amplitúdója

I_C — a kollektoráram impulzus-amplitúdója.

A gyakorlatban általában a lehető legkisebb kapcsolási időkre törekszünk, ezért erős túlvezérlést alkalmazunk, amikor

$$I_{BF}^{\rightarrow} \gg \frac{0,9 I_C^{\rightarrow}}{B_0} \quad (4)$$

$$I_{BR}^{\rightarrow} \gg \frac{I_C^{\rightarrow}}{B_0} \quad (5)$$

E feltételeket figyelembe véve a fel- és lefutási idők a következőképpen alakulnak:

$$t_r \simeq 0,8 \tau_c \frac{I_C^>}{I_{BF}^>} \quad (6)$$

$$t_f = 0,8 \tau_c \frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BR}^{\rightarrow}} \quad (7)$$

Itt felhasználtuk a

$$\tau_n \simeq \tau_c B_0 \quad (8)$$

összefüggést

Amint a fenti egyenletekből látható, az áramerősítési tényező az összefüggésekben nem szerepel, s ezért értéke lényegtelen, ha a (4), (5) egyenlőségek a be- és kikapcsolás alatt minden időpillanatban valóban fennállnak. Ez a magyarázata annak, hogy az (1) és (2) — egyenletek még akkor is viszonylag jó eredményeket szolgáltatnak, amikor az áramerősítési tényező az átkapcsolások alatt jelentősen változik. Ilyenkor azonban a kollektoráram amplitúdójához tartozó áramerősítési tényezőt kell számításba venni.

A fel- és lefutási idő, amint a (6) és (7)-ből látható, a töltéstárolási időállandóval arányos. A planáris tranzistor esetében, mint az előző fejezetben láttuk, a paraméter erősen áramfüggő. Kérdés tehát, hogy milyen értéket kell a számításnál felhasználni. Az előzőekben egy durva közelítést már megadtunk. Pontosabb eredményt ad a következő módszer, mely szerint a kollektor-impulzus amplitúdójához, és $U_{CB}=0,1 U_{TC}$ kollektor-bázis feszültséghez tartozó

értéket kell behelyettesíteni. A gyakorlatban azonban még a kollektor-kapacitás hatása is lényeges lehet. Ebben az esetben a τ_C helyett a

$$\tau_C^* = \tau_C + R_C C_{TC}^*$$

értéket kell figyelembe venni [5], ahol

R_C — a kollektorköri munkaellenállás,
 C_{TC}^* — az integrált kollektor-kapacitás.

Az integrált kollektor-kapacitás diffundáltatott kollektor-átmenet esetében a következőképpen számolható. Kis feszültség kapcsolása esetében (1–3 V) az átmenet közelítőleg lineáris, ezért

$$C_{TC}^* = 1,5 \left[1 - \left(\frac{\varphi_d}{U_{TC}} \right)^{2/3} \right] C_{TC0}$$

φ_d — a diffúziós potenciál,
 U_{TC} — a kollektor tápfeszültség,
 C_{TC0} — az U_{TC} feszültséghez tartozó kollektor zárókapacitás.

Ha az $U_{TC} \gg 3$ V, akkor a kollektor-átmenet általában közelítőleg ugrásszerűnek tekinthető, ezért az integrált kapacitás:

$$C_{TC}^* = 2 \left[1 - \sqrt{\frac{\varphi_d}{U_{TC}}} \right] C_{TC0} \approx 2C_{TC0}$$

Végül az átkapcsolási idők számítását még pontosabbá tehetjük, ha figyelembe vesszük, hogy az átkapcsolások alatt az áramerősítési tényező és a töltéstárolási időállandó változik. Ebben az esetben a kapcsolási idők a következőket írhatjuk fel [6]:

$$t_r = h_1 (\tau_{CO} + R_C C_{TC}^*) \frac{0,8 I_C^{\rightarrow}}{I_{BF}^{\rightarrow}} \quad (9)$$

$$t_f = h_2 (\tau_{CO} + R_C C_{TC}^*) \frac{0,8 I_C^{\rightarrow}}{I_{BR}^{\rightarrow}} \quad (10)$$

ahol

$$h_1 = \frac{1}{1 - \frac{1}{2\beta_0} \frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BF}^{\rightarrow}}} \quad (11)$$

$$h_2 = \frac{1}{1 + \frac{1}{2\beta_0} \frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BR}^{\rightarrow}}} \quad (12)$$

τ_{CO} , az $I_C^{\rightarrow}$ kollektor-áramhoz és $0,1 U_{TC}$ kollektor-feszültséghez tartozó töltéstárolási időállandó.

β_0 , az $\frac{I_C^{\rightarrow}}{2}$ kollektoráramnál és $0,1 U_{TC}$ kollektor-feszültségnél mért áramerősítési tényező.

A (10) összefüggés azonban csak addig érvényes, amíg

$$R_C C_{TC}^* < \tau_{CO}$$

Ha a szokásos vezérlést alkalmazzuk, amikor

$$\frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BF}^{\rightarrow}} = \frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BR}^{\rightarrow}} = 10$$

$$\begin{aligned} I_C^{\rightarrow} &= 150 \text{ mA} \\ R_C &= 150 \text{ ohm} \\ U_{TC} &= 22,5 \text{ V} \\ \tau_{CO} &= 2,0 - 2,5 \text{ ns} \\ R_C C_{TC}^* &= 0,7 \text{ ns} \\ \beta_0 &= 18 \end{aligned}$$

akkor kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} h_1 &= 1,38 \\ h_2 &= 0,8 \end{aligned}$$

A fentiek alapján a 10% és 90%-os szintek közötti időket tekintve a fel- és lefutási idő:

$$\begin{aligned} t_r &= 29,5 \text{ ns} \\ t_f &= 17 \text{ ns} \end{aligned}$$

A mért értékek a következők:

$$\begin{aligned} t_r &= 22,4 \text{ ns} \\ t_f &= 9,4 \text{ ns} \end{aligned}$$

Az eltérés különösen a lefutási időben elég nagy. Ennek oka elsősorban az, hogy a (9) és (10) egyenletek csak akkor érvényesek, amikor erős túlvezérlést valósítunk meg. Esetünkben azonban a $\beta_0 = 18$, így

$$\frac{I_C^{\rightarrow}}{\beta_0 I_{BF}^{\rightarrow}} = 0,55$$

Ezért nyilvánvaló, hogy a (9) és (10) egyenletek nem adnak pontos eredményt.

Érdeemes megemlíteni azt is, hogy a fel- és lefutási idők az $I_{BF}^{\rightarrow} = I_{BR}^{\rightarrow}$ esetében is eltérnek egymástól, hiszen

$$h_1 > h_2$$

tehát a felfutási idő nagyobb, mint a lefutási. Ennek részletes fizikai tárgyalására nem térünk ki, csak annyit jegyzünk meg, hogy az eltérés oka a tranzienst folyamatok alatti rekombinációban keresendő. Ha a rekombináció által fogyasztott töltés a tárolt töltéshez viszonyítva már nem hanyagolható el, akkor az említett jelenség következik be.

A (11) és (12) szerint is, ha

$$\frac{1}{2\beta_0} \frac{I_C^{\rightarrow}}{I_{BF}^{\rightarrow}} \ll 1$$

akkor

$$h_1 \approx h_2$$

tehát

$$t_r \approx t_f$$

Ez az eset azonban csak erős túlvezérlésnél valósul meg.

3. Planáris epitaxiális kapcsoló-tranzisztorok alkalmazásának néhány problémája

A diffúziós technológiával készülő tranzisztor-típusok esetében, tervezési szempontból két alapvető eltérés mutatkozik az ötvözt tranzisztorokhoz viszonyítva.

a) A bázis-futási idő, azaz a töltéstárolási idő-állandó erős áram- és feszültségfüggést mutat. A tran-

zisztor-típus előnyös tulajdonságait csak akkor tudjuk kihasználni, ha az optimális, nagysebességű tartományban működtetjük az eszközt. Ennek ismerete tehát nagyon fontos.

b) Az emitter-bázis letörési feszültség kicsi. A megengedett maximális zárófeszültség általában 5–6 V között van, de kisebb is előfordulhat. Emiatt néhány áramkör felépítését meg kell változtatni, ha a nagysebességű működés érdekében planáris (drift) tranzisztorokat alkalmazunk. A következőkben ezeket a kérdéseket tárgyaljuk.

3.1 Az optimális, nagysebességű működés beállítása

A 10. ábrán jellegzetes töltéstárolási időállandó görbesereget láthatunk, amely a BSY-34 típusra érvényes. Kb. 30–50 mA-ig a töltéstárolási időállandó 1 ns-nál kisebb, a feszültségtől lényegében függetlenül, 500 mA-nél (1 V) kb. 20 ns-ra emelkedik. Jól látható a feszültségfüggés is. Ha a kollektorfeszültség 5 V, vagy annál magasabb, még 200 mA-nél is csak 1 ns-os értéket kapunk.

A következő megállapításokat tehetjük. A leggyorsabb működési tartomány határa a példában szereplő tranzisztor-típusnál 30–40 mA. Ha tehát a kollektoráram ezen érték alatt (és kb. 5 mA felett) van, a kapcsolási időállandó az áramtól és feszültségtől gyakorlatilag függetlenül, kb. 0,7–1 ns. Ily módon az elérhető fel- és lefutási idő

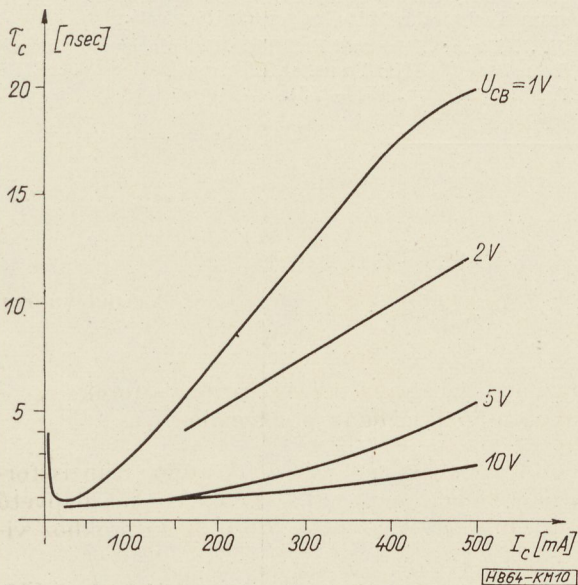
$$\frac{I_C^+}{I_{BF}^+} = \frac{I_C^+}{I_{BR}^+} = 5$$

esetben, 4 ns körül van.

Ha a kapcsolt kollektoráram pl. 500 mA (a tápfeszültség 20 V), a

$$\tau_{C0} \sim 10 \text{ ns (0,1 } U_{TC} = 2 \text{ V-nál).}$$

Az előbbi túlvezérlési faktort betartva 40 ns fel- és lefutási időket kapunk. A működési sebesség csök-



10. ábra. A BSY-34 típusú planáris epitaxiális tranzisztor töltéstárolási időállandójának áram- és feszültségfüggése

kentése nagyon jelentős. Alkalmazási szempontból előnyös lenne olyan áramkör, amely a kollektorfeszültséget pl. 5 V-os szinten megfogja egy dióda segítségével. Természetesen ebben az esetben a diódának is gyors működésűnek kell lennie.

A működési sebességet még azáltal is növelhetjük, hogy párhuzamosan kapcsolunk tranzisztorokat. Így az egyes tranzisztorok által kapcsolt csúcsáram az optimálisan gyors működésű tartományba eshet.

A párhuzamos kapcsolásnál azonban fontos betartani az alábbi szabályokat:

a) A párhuzamos kapcsolású tranzisztorok bázisfutási időállandója (határfrekvenciája) és áramerősítési tényezője a működési tartományban közelítőleg állandó legyen. (Eltérés max 20–25% lehetséges.)

b) A bázis-kivezetéseket nem kötjük párhuzamosan, hanem mindegyiket különálló bázis-komplexumon (párhuzamosan kapcsolt ellenállás és gyorsító kondenzátor) keresztül kapcsoljuk a vezérlő áramkörhöz, melynek lehetőleg kis belső ellenállása legyen. (Feszültség-generátoros vezérlés.)

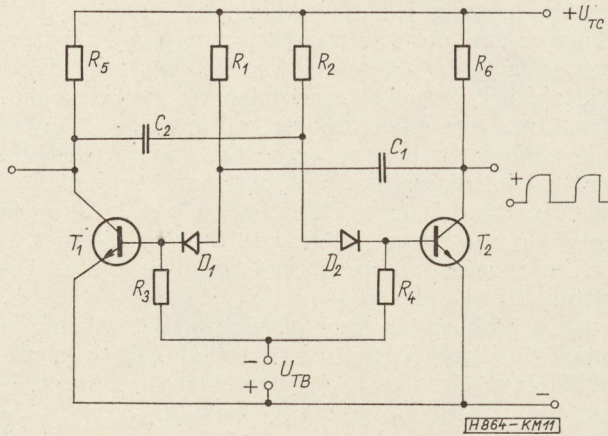
Amennyiben ugyanis a fenti feltételeket nem tartjuk be, a fel- és lefutási idő alatt a kollektoráram nem oszlik el egyenletesen a párhuzamosan kapcsolt tranzisztorok között. Az előírtól magasabb időállandójú és alacsonyabb áramerősítési tényezőjű tranzisztorok lassabban kapcsolnak a szükségesnél. Így a ténylegesen működő tranzisztor árama megnő, s ezáltal a kapcsolási idő is magasabb lesz a várt értéknél.

Végül érdemes megemlíteni, hogy a tranzisztorok válogatását elkerülhetjük, ha a párhuzamosan kapcsolt tranzisztorok emitterkörébe egy-egy megfelelő értékű ellenállást kapcsolunk. Ez negatív visszacsatolást okoz, s ismert módon viszonylag egyenletes árameloszlást eredményez. (Az ellenálláson kb. 0,5–1 V feszültségesés általában már elegendő.)

3.2 A kis emitter-bázis letörési feszültség által okozott áramköri problémák

Az astabil, monostabil multivibrátoroknál a lezárt tranzisztor emitter-átmenetét az időzítő kondenzátoron levő feszültség záróirányban feszíti elő. Ennek értéke a szokásos kapcsolásokban a tápfeszültséggel egyezik meg. Nyilvánvaló, hogy ekkor a tápfeszültség nem lehet nagyobb a tranzisztorra maximálisan megengedett emitter-bázis zárófeszültségénél. Ha a tápfeszültség ennél magasabb, olyan áramköri megoldást kell alkalmazni, amely az emitter-átmenetet védi a túlzott zárófeszültség-igénybevétellel szemben. A legegyszerűbb megoldás az, ha a báziskivezetéssel megfelelően magas zárófeszültségű diódát kapcsolunk sorba, amint azt a 11. ábra mutatja. Pl. a C_1 kondenzátoron levő feszültség — a megfelelő időszakaszban — a D_1 diódát záróirányban feszíti elő. A tranzisztor bázisára csak U_{TB} feszültség kerül, amely a kívánt értéknek megfelelően megválasztható oly módon, hogy a hőfokstabilitás biztosítva legyen. A max. lehetséges kollektor tápfeszültség ekkor csak a kollektor-letörési feszültségtől függ.

Lehetséges másik megoldás is, amelyet a 12. ábrán láthatunk. Az időzítő kondenzátor (C_1) ebben az áramkörben az R_3, R_5 ellenállások által meghatározott



11. ábra. Planáris tranzisztorokkal működő astabil multivibrátor. A tranzisztorok emitter átmenetét a D_1 és D_2 diódák bekapcsolásával védjük

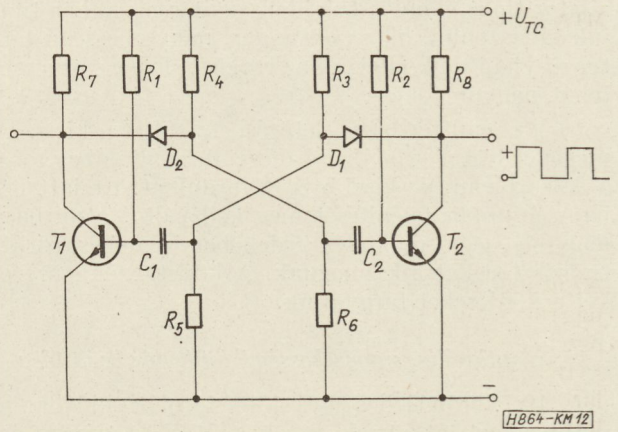
feszültségre tud csak feltöltődni, abban az időszakaszban, amikor a T_1 tranzisztor vezet. Értelemszerűen ugyanez vonatkozik a C_2 kondenzátorra is, a másik időszakaszban. A D_1 és D_2 diódák szerepét töltik be, melyek az időzítő kondenzátorok megfelelő pólusait az éppen vezetésben levő tranzisztoron keresztül a földre kapcsolják. (Pl. a D_1 dióda, a T_2 tranzisztoron keresztül a C_1 kondenzátor feszültségét a T_1 tranzisztor bázis- és emittere közé kapcsolja.) Ily módon az emitter-bázis zárófeszültség a működés alatt elegendően alacsony lehet.

A kapcsolás előnyös abból a szempontból is, hogy a kimeneten megjelenő feszültségimpulzusok fel- és lefutási ideje alacsony és közelítőleg azonos. Az időzítő kondenzátor ugyanis nem terheli az éppen lezárt állapotú tranzisztor kollektorát, mert a hozzákapcsolt dióda is szakadást jelent.

A T_1 tranzisztor lezárási ideje a [4] irodalomban közölt eredmények felhasználása alapján:

$$t_1 \approx R_1 C_1 \ln \left(1 + \frac{U_{01}}{U_{TC}} \right)$$

$$U_{01} = \frac{R_5}{R_3 + R_5} U_{TC}.$$



12. ábra. Planáris tranzisztorokkal működő astabil multivibrátor, melynél a lezárt tranzisztor emitter-átmenetére jutó zárófeszültséget ellenállás-osztó segítségével állítjuk be

Hasonló összefüggést írhatunk fel a t_2 időre is. Fontos megjegyezni, hogy a bázis-zárófeszültséget (U_{01}) nem lehet tetszőlegesen kicsire választani, mert akkor egyrészt túlságosan nagy $R_1 C_1$ időállandó szükséges valamely adott t_1 eléréséhez, másrészt, mert előfordulhat, hogy az áramkör nem rezeg be.

A monostabil multivibrátoroknál az előbbi áramköri megoldásokat természetesen jól alkalmazhatjuk.

IRODALOM

1. M. Das, A. R. Boothroyd: „Determination of Physical Parameters of Diffusion and Drift Transistors” IRE Trans. on Electron Devices Vol. ED-8. Jan. 1961 (pp. 15—30).
2. C. T. Kirk: „A Theory of Transistor Cutoff Frequency Falloff at High Current Densities” IRE Trans. Electron Devices Vol. ED-9. March. 1962. (pp. 164—172).
3. R. L. Pritchard: „Electrical Characteristics of Transistors” Mc. Graw-Hill. New-York, London 1967. (pp. 297—298).
4. Kocsis M.: „Tranzisztor-impulzustechnika” Mérnöki Továbbképző Intézet. Jegyzet. 1963.
5. Kocsis M.: „Drift-tranzisztor mint kapcsolóelem” Tung-sram Technische Mitteilungen (Sajtó alatt).
6. H. J. Kuno: „Rise and Fall Time Calculations of Junction Transistors” IEEE Trans. on Electron Devices Vol. ED-11. April. 1964. (pp. 151—155).

Félvezetők áram-feszültség jelleggörbéjének vizsgálata nagy télerősségnél

ETO 621.317.351: 621.382.012

Az utóbbi évek során megjelent publikációkban egyre nagyobb teret foglalnak el a különböző félvezetők oszcillációs tulajdonságaival kapcsolatos vizsgálatok.

B. K. Ridley a „Specifikus negatív ellenállás szilárd testekben” c. alapvető munkájában [1] szemléletes magyarázatot és számításokat ad a jelleggörbe differenciális negatív ellenállású tartományában kialakuló instabilitás okozta inhomogén télerősség eloszlásáról, a minta hosszában végighaladó domainnekről és az ezáltal létrejövő oszcillációról.

A Gunn-effektus [2] felismerése óta a GaAs mellett sok más anyaggal végeztek kísérleteket és kerestek magyarázatot az oszcillációs jelenségekre. Igen széleskörű kutatások folynak az áramló töltéshordozók és a piezzo-elektromos rácsrezgések kölcsönhatásaként létrejövő akusztó-elektromos erősítés és oszcilláció területén is, amelyet CdS, ZnS, GaAs és más mintáknál J. H. Mc-Fee, D. L. White, P. Bauduin és mások találtak [3, 4, 5].

A Gunn-dióda GHz-es tartományától az akusztó-elektromos eszközök több MHz-es rezgésein át a lassú domáinek [6] okozta tized Hz-es tartományig az oszcillációs frekvenciák igen széles skálájával kell számolnunk.

A klasszikus negatív karakterisztikájú eszközöknél mint pl. a pentóda dynátron kapcsolatban, a frekvencia meghatározó elem a külső áramkörben levő rezgőkör, a negatív ellenállású eszköz csak a kör veszteségeinek pótlására szolgál. Ezzel szemben a fent említett esetekben az oszcillációs frekvenciát a minta tulajdonságai: a geometria, a töltéshordozók koncentrációja, mozgékonyasága, a rácsrezgések és ezek kölcsönhatásai határozzák meg, és csak kis mértékben függ a külső áramkörben levő impedanciától. Nem független természetesen sem a frekvencia, sem az amplitúdó a mintára kívülről alkalmazott más paraméterektől, mint elektromos tér, mágneses tér, megvilágítás, hőmérséklet stb. — mindazon fizikai jellemzők, amelyek valamilyen módon hatással vannak a minta töltéshordozó koncentrációjára, a rácsrezgésekre, ill. azok kölcsönhatására és a kölcsönhatások relaxációs idejére.

Méréstechnikai problémák

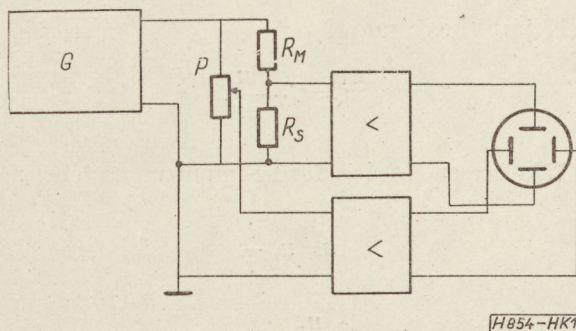
Leggyakrabban a mintára kapcsolt feszültséget, illetve a mintán átfolyó áramot változtatjuk és igyekszünk a többi paramétert állandó értéken tartani. Ez a helyzet az áramfeszültség jelleggörbe felvételénél is. Meg kell jegyezni, hogy legtöbb esetben az oszcilláció csak olyan nagy télerősségnél áll elő, amelynél a folyamatos (DC) üzemben a minta átütne vagy elégne.

Mindezekből következik, hogy az áram-feszültség jelleggörbe sztatikus (pontról pontra való) felvétele nem nyújt megfelelő információt a minta oszcillációs tulajdonságáról, mert nem tükrözi az olyan fontos tényezőket, mint a kölcsönhatások relaxációs ideje, töltéshordozók élettartama stb. A jelleggörbe megváltozásának módja és sebessége valamely külső hatásra (pl. megvilágításra), ugyancsak nehézkesen vagy egyáltalán nem követhető sztatikus jelleggörbe felvétellel. Nem közömbös az sem, hogy a sztatikus karakterisztika-felvétel lassú, ami nemcsak azért hátrányos, mert egy-egy mérési eredményre sokáig kell várni, hanem azért is, mert felvétel közben valamely paraméter (pl. hőmérséklet) megváltozhat és így a kapott görbe erősen torzított lehet.

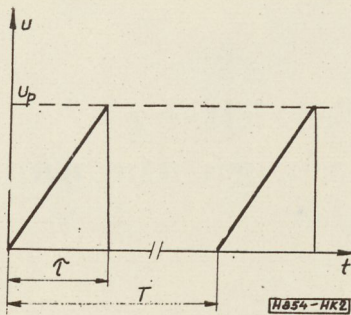
Végül pedig nem alkalmazható a sztatikus módszer mindazon esetekben, ahol a télerősség nagyobb, mint amit a minta károsodás nélkül el tud viselni.

Mindezen hátrányokat kiküszöböli a jelleggörbe automatikus felrajzolása katódsugárcső ernyőjére. Kis fajlagos ellenállású minták (Ge, Si, GaAs, CdS) nagy télerősségnél való vizsgálata esetén természetesen csak impulzus üzemi rajzolás jöhet szóba, olyan ismétlődési frekvenciával (leggyakrabban a hálózati 50 Hz), amely vibrációmentes képet ad. Az impulzus szélességét részben a minta által károsodás nélkül disszipálható teljesítmény szabja meg, de van egy másik igen fontos szempont is — a dinamikus rajzolási sebesség, vagyis a fűrészfeszültség felfutási idejének kapcsolata a mintában lejátszódó folyamatok relaxációs idejével. Ez utóbbi kérdésre a későbbiekben még visszatérünk. A jelleggörbe felvétel egy lehetséges elvi sémája az 1., a mérőjel formája a 2. ábrán látható.

Az 1. ábra szerinti összeállításban a G fűrész-impulzus generátor mint feszültséggenerátor működik. Megfelelően leosztott kimenőjele a vízszintes lemezpárral kapcsolva adja a feszültségre kalibrálható

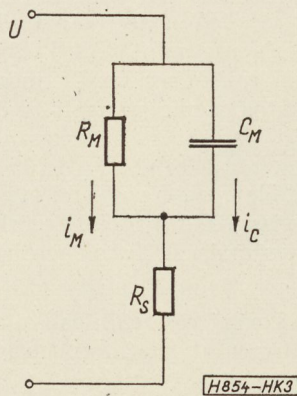


1. ábra



2. ábra

abszcisszát. A mintával sorbakapcsolt és annál nagyságrendekkel kisebb értékű soros mintavevő ellenállásáról (R_s) vehető le a minta áramával arányos feszültség, amely megfelelő — erősítés után az oszcilloszkóp függőleges eltérítő lemezpárjára jut. Ez adja az áramerősségre kalibrálható koordinátát. A másik lehetséges elrendezést R_M és R_s felcserélésével nyerjük. R_s ilyenkor nagyságrendekkel nagyobb R_M -nél, így G áramgenerátorként működik. Ez esetben az áram, mint független változó kerül a vízszintes tengelyre és a minta feszültsége a függőleges tengelyre. Ez utóbbi elrendezés természetesen csak olyan mintáknál alkalmazható, amelyeknek ellenállása lényegesen kisebb az oszcilloszkóp függőleges erősítőjének bemenő ellenállásánál. Nagy fajlagos ellenállású mintáknál (pl. ZnS) az 1. ábra szerinti összeállításban az okoz problémát, hogy a minta parallel-kapacitásának árama (i_c) is átfolyik a mintavevő ellenálláson (3. ábra).



3. ábra

E járulékos áram

$$i_c = C_M \frac{du}{dt}. \quad (1)$$

Tökéletesen lineáris fűrészipulzus esetében:

$$u = u_p \frac{t}{\tau} \quad (2)$$

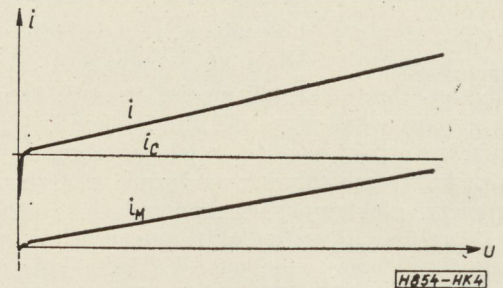
$$\text{és} \quad i_c = C_M \frac{u_p}{\tau} = \text{konstans} \quad (3)$$

vagyis az oszcilloszkóp ernyőjén kapott áramalakból egy konstans értéket — a zavaró i_c komponenst — egyszerűen le kell vonni, ami függőleges ponteltolással minden további nélkül elvégezhető (4. és 8. ábra). (A kapacitív áramugrás csak $T = R_s \cdot C_i$ időállandóval jöhet létre, ahol C_i az oszcilloszkóp függőleges erősítőjének bemenő kapacitása. Ezért a görbe kezdeténél levő lekerekítést a görbe kiértékelésénél figyelmen kívül kell hagyni.)

A jelenség másrésztől hasznosítható, mert segítségével könnyen meghatározhatjuk a minta párhuzamos kapacitását a

$$C_M = i_c \frac{\tau}{u_p} \quad (4)$$

összefüggés segítségével.



4. ábra

A fűrészipulzus generátorral szemben támasztott elsőrendű követelmény tehát a felfutó él nagyfokú linearitása.

Előfordulhat az is, hogy a minta saját kapacitása vagy annak egy komponense feszültségfüggő: $C_M = C_0 + C(u)$. Speciális esetben, amikor egy zárórétég kapacitása dominál, ez felírható, mint

$$C_M = C_0 \left(1 + k u^{-\frac{1}{2}} \right). \quad (5)$$

Behelyettesítve u -t (2)-ből

$$C_M = C_0 \left[1 + \frac{k}{\sqrt{u}} \left(\frac{t}{\tau} \right)^{-\frac{1}{2}} \right]. \quad (6)$$

Ekkor

$$i_c = \frac{d(C_M \cdot u)}{dt} = C_0 \frac{u_p}{\tau} + \frac{k C_0}{2} \sqrt{\frac{u_p}{\tau}} \cdot t^{-\frac{1}{2}}. \quad (7)$$

Ez esetben, tehát lineáris felfutású fűrészipulzus esetén is megjelenik egy időben csökkenő — vagyis a felfutó fűrészfeszültséggel csökkenő — kapacitív áramkomponens. Ha ez abszolút értékben összemérhető vagy nagyobb a minta „ohmos” áramánál, úgy a felrajzolt karakterisztikának negatív ellenállásra jellemző szakasza is lehet (5. és 9. ábra).

Azt a kérdést, hogy az ilyen jellegű görbe mennyiben felel meg a valóságos viszonyoknak, a következő módon lehet eldönteni:

1. Ha a vizsgált félvezető oszcillációs mechanizmusában a parallel-kapacitás nyilvánvalóan nem játszik szerepet (ez a helyzet a kis frekvenciás rezgéseknél), akkor τ megfelelő növelésével a kapacitás okozta negatív szakasz eltűnik és a minta kisfrekvenciás szempontból helyes jelleggörbéje áll elő. Határesetként ($\tau = \infty$) mint speciális esetet, a sztatikus karakterisztikát kapjuk.

2. Elképzelhető olyan nagyfrekvenciás oszcilláció, ahol a feszültségfüggő kapacitás lényeges szerepet kap az oszcillációs mechanizmusban. Ezt a feltevést alátámasztja az is, hogy az ilyen elem (varaktor) önmagában is alkalmas erősítésre, ill. rezgéskeltésre, amit régóta hasznosítanak a parametrikus erősítők-nél, ill. oszcillátoroknál. Ilyen esetben a jelleggörben látható — kapacitás okozta — negatív szakasz a vizsgált effektus szempontjából is helyesen tükrözi a viszonyokat.

3. Amikor a feszültségfüggő kapacitás hatását ki akarjuk zárni, gyors felfutás (kicsiny τ) esetén is, a félvezető ellenállását kell lecsökkenteni a töltéshordozó koncentráció vagy a mozgékonyág növelése révén. Ez esetben az i_c komponens elhanyagolhatóan kicsivé válik, i_M -hez képest, és így az áram-feszültség karakterisztikában esetleg megjelenő negatív szakasz már biztosan nem a kapacitás következménye.

Az eddigiek alapján megállapítható, hogy a jelleggörbék vizsgálata szempontjából — különös tekintettel a félvezetők oszcillációs tulajdonságainak vizsgálatára — a jelleggörbe felrajzolási sebességének igen fontos szerepe van. A különböző τ értékekkel felvett jelleggörbék összevetéséből igen sok hasznos információt kaphatunk a vizsgált félvezetőről. Ebből következik a fűrés-impulzus generátorral szemben támasztott második fontos követelmény: a rajzolási idő széles határok között változtatható kell, hogy legyen.

További követelmények a karakterisztika-rajzolóval szemben:

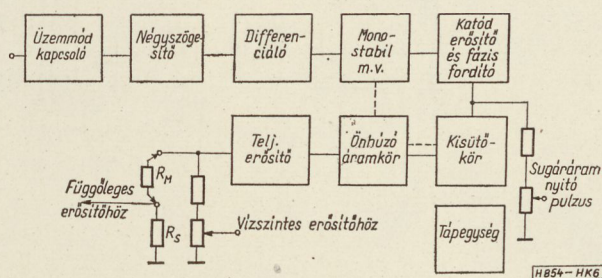
- a) kis belső ellenállás;
- b) a belső 50 Hz-es indításon kívül külső generátorral tetszés szerinti frekvenciájú indítási lehetőség, valamint egyes lövésű üzemmód — amely a jelleggörbék fotózásához gyakran igen fontos (pl. nem koherens rezgéseknél);
- c) kioltójel biztosítása a katódsugárcső katódjára, amely impulzus szünetben kioltja, ill. az im-

pulzus idejére nyitja a sugáráramot. Ezzel elkerülhető a zavaró és a katódsugárcsőre nézve káros intenzív fénypont.

A mérőberendezés és a mérési eredmények

A továbbiakban ismertetjük az intézetünkben elkészített és használt karakterisztika-rajzoló berendezést, valamint néhány jellegzetes karakterisztika fényképét. A berendezés blokk-diagramja a 6. ábrán, kapcsolása 7. ábrán látható.

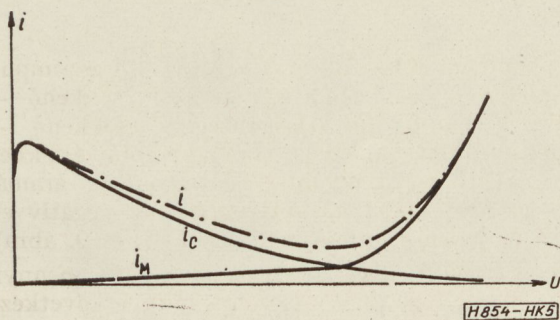
A K_1 üzemmód kapcsolóval egyes lövésre (K_2 nyomógomb), 50 Hz-es vagy az externál hüvelyre kapcsolt tetszőleges frekvenciájú jelre indíthatunk. Az indító jelet a $V_1 - V_2$ Smith-áramkör négyszögesíti, majd az $R_6 C_4$ differenciálja. A D_1 dióda csak a negatív indító impulzusokat engedi a V_3, V_4 monostabil multivibrátor V_3 csőfelének rácsára. A K_3 kapcsolóval kiválasztott $C_7 \dots C_{11}$ és a fix értékű R_{14} által



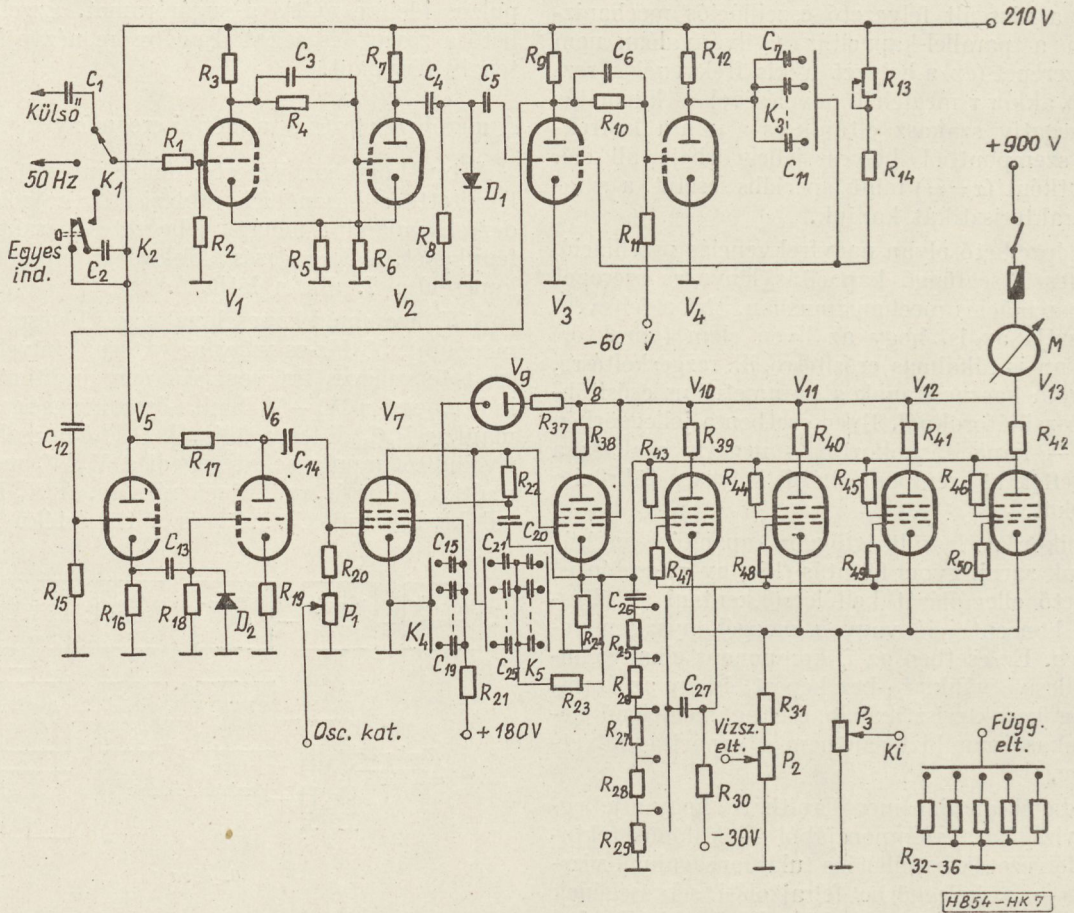
6. ábra

meghatározott szélességű pozitív impulzus a V_5 katóderősítőre jut. A jel negatívba ugró részét D_2 levágja. A V_6 cső felerősíti és negatívba fordítja az impulzust. A Bootstrap generátor $C_{21} \dots C_{25}$ kondenzátorait kiválasztó K_5 kapcsoló közös tengelyen fut a K_3 -al, így a töltődési idő minden állásban egyenlő a vezérlő impulzus szélességével. A V_6 anódján megjelenő negatív impulzus idejére V_7 lezáródik és V_8 rácsán ill. katódján lineárisan növekvő feszültséget kapunk. A linearitást javítja a megosztott $C_{21} \dots C_{25}$ kapacitások jobb oldali tagjára R_{23} -n átjutó járulékos töltés. A lehető meredek leugrás érdekében a V_7 kisütőcső segédrács időállandóját a mindenkor impulzus sebességnek megfelelően állítjuk be a K_4 kapcsoló segítségével, amely ugyancsak közös tengelyen fut K_3 és K_5 -el. A párhuzamosan kapcsolt $V_{10} \dots V_{13}$ csövekből álló végfokozat impulzus-szünetben le van zárva. Ehhez már -30 V előfeszültség elegendő, mert ilyenkor a végcsövek segédrácsai a V_7 katódjához való egyenáramú csatolás révén közel 0 feszültségen vannak.

A vezérlőrácsok az $R_{25} \dots R_{29}$ osztóról (K_6) a C_{27} kondenzátoron át kapják a vezérlő feszültséget, amellyel együtt nő a segédrácsok feszültsége is. A kimenő jel a közös katód-ellenálláson (P_3) jelenik meg. P_3 felcsavart állapotában ez $100 - 500$ V között 100 V-os lépcsőkben változtatható a K_6 kapcsoló segítségével. A generátor belső ellenállása ilyenkor 50 ohm körül van, gyakorlatilag függetlenül a kimenő jel nagyságától. A P_3 potenciométer segítségével a beállított maximális feszültség és nulla között fo-



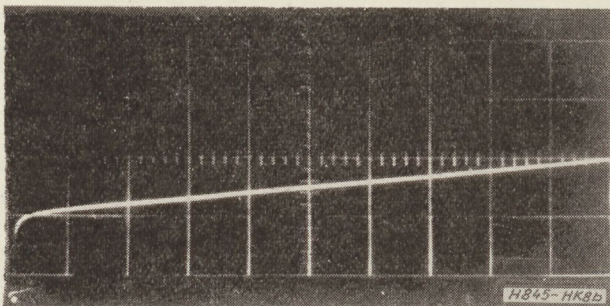
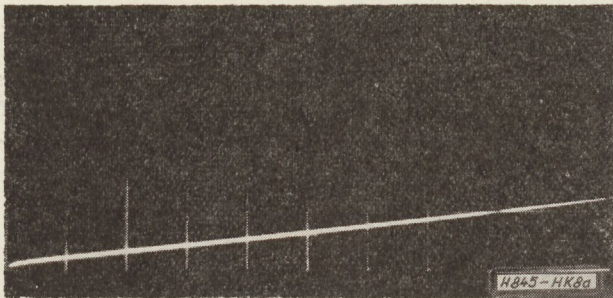
5. ábra



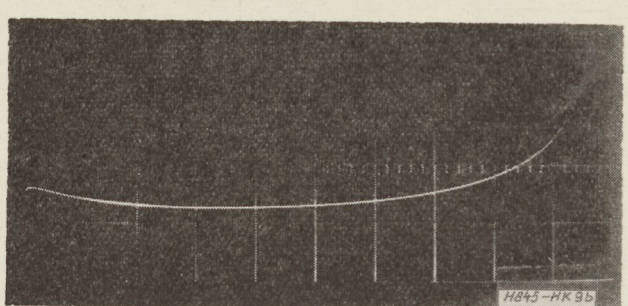
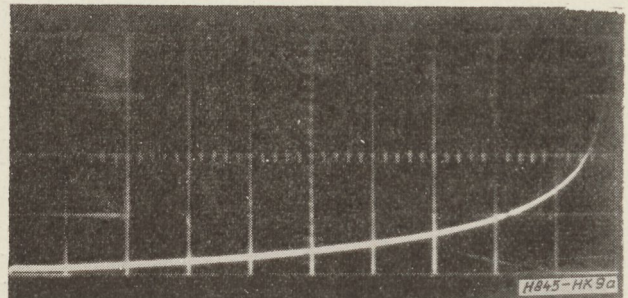
7. ábra

lyamatos szabályozásra is van lehetőség. Ilyenkor azonban a generátor belső ellenállása a potenciométer állásától függően megnövekszik. A végfokozat katódjáról (P_2) vehető le a vízszintes eltérítő jel is.

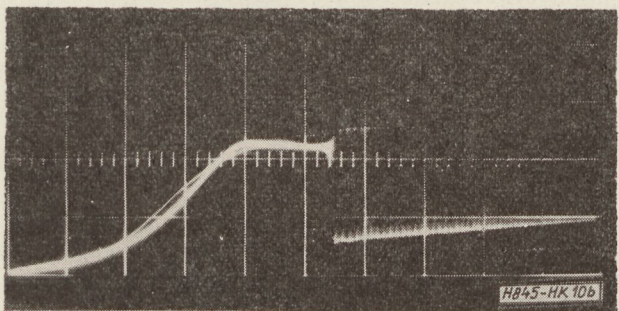
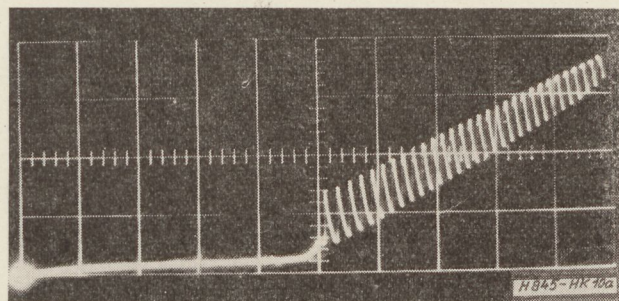
A katódsugárcső nyitásához szükséges negatív impulzus a V_7 rácskörében elhelyezett P_1 potenciométerről vehető le. Az impulzus kitöltési tényező növelésével a végfokozat által disszipálendő teljesít-



8. ábra. Ohmos minta párhuzamos kapacitással (10 Mohm || 3 pF) különböző felfutási sebességgel felvéve; a) $\tau = 200 \mu s$; b) $\tau = 20 \mu s$; léptékek: Vízsz. 50 V/osztás, függ. 50 μA /osztás



9. ábra. GDK—5 dióda záróirányú jelleggörbéje különböző felfutási sebességgel felvéve; a) $\tau = 200 \mu s$; b) $\tau = 20 \mu s$; léptékek: Vízsz. 40 V/osztás, függ. 50 μA /osztás



10. ábra. OC 1071 tranzisztor $B-E$ záróirányú jelleggörbéje. Jól látható a letörési feszültségnél keletkező oszcilláció;
a) $\tau = 10 \mu s$; lépték: Vizsz. 10 V/osztás, függ. 20 mA/osztás;
b) $\tau = 50 \mu s$; lépték: Vizsz. 2 mA/osztás, függ. 20 V/osztás.
Az oszcillációs frekvencia: $f \approx 3,5$ MHz

R_{13} :	0—47 kohm	C_9 :	450 pF
R_{15} :	4,7 Mohm	C_{10} :	900 pF
R_{16} :	50 kohm	C_{11} :	2000 pF
R_{22}, R_{14} :	220 kohm	C_{12} :	470 pF
R_{23} :	400 kohm	C_{13} :	250 nF
R_{24} :	15 kohm	C_{14} :	10 nF
R_{30} :	150 kohm	C_{15} :	80 pF
R_{32} :	1 ohm	C_{16} :	150 pF
R_{33} :	10 ohm	C_{17}, C_{18} :	600 pF
R_{34} :	100 ohm	C_{19} :	800 pF
R_{35} :	1000 ohm	C_{20} :	500 nF
R_{37}, R_{19} :	100 ohm	C_{21} :	15 pF
R_{38} :	800 ohm	C_{22} :	75 pF
$R_{43}-R_{56}$:	1 kohm	C_{23} :	250 pF
$R_{59}-R_{42}$:	47 ohm	C_{24} :	500 pF
		C_{25} :	1 nF
		C_{26} :	100 nF

Potenciométerek	Csővek	Diódák
P_1 : 100 kohm	$V_1 V_2, V_3 V_4,$ $V_5 V_6$: ECC82	D_1, D_2 : AY101
P_2 : 10 kohm	V_7 : EL84	
P_3 : 1 kohm	$V_8, V_{10}, V_{11},$ $V_{12} V_{13}$: PL500	
	V_9 : PY88	

mény rohamosan nő. A megengedett érték megközelítését az anód-körben elhelyezett M árammérő jelzi, ill. a további növekedés esetén a körben elhelyezett biztosíték az áramkört megszakítja.

Végezetül bemutatunk az ismertetett berendezéssel felvett néhány jellegzetes karakterisztikát.

Függelék

A felhasznált alkatrészek jegyzéke

Ellenállások

$R_1, R_{12}, R_{17}, R_{26}, R_{27}, R_{28}$:	20 kohm
$R_2, R_4, R_{10}, R_{11}, R_{18}$:	250 kohm
R_3, R_6, R_9, R_{20} :	100 kohm
R_5, R_{29} :	2,5 kohm
R_7 :	5 kohm
$R_8, R_{25}, R_{31}, R_{36}$:	10 kohm

Kondenzátorok

C_1, C_{27} :	47 nF
C_2 :	10 pF
C_3, C_6 :	30 pF
C_4, C_5 :	100 pF
C_7 :	70 pF
C_8 :	180 pF

I R O D A L O M

1. B. K. Ridley: Specific Negative Resistance in Solids (Proc. Phys. Soc. 82, 954, 1963).
2. J. B. Gunn: Instabilities of Current in III—V. Semiconductors (I. B. M. Journal, April. 141, 1964).
3. D. L. White: Amplification of Ultrasonic waves in Piezoelectric Semiconductors (J. Appl. Phys. 33, 2547, 1962).
4. J. H. McFee: Ultrasonic Amplification and Non-Ohmic Behavior in CdS and ZnO (J. Appl. Phys. 5, 1548, 1963).
5. P. Bauduin, F. Buchy: Oscillations de Courant dans le sulfure de cadmium photoconducteur (Phys. Stat. Sol. 17, 517, 1966).
6. A. Barraud: Le Comportement de l'arseniure de gallium de haute résistivité soumis à des champs électriques intenses (C. R. Acad. Sci. Paris, 256, 3632, 1963).
7. Millman—Taub: Pulse Digital and Switching Waveforms (McGraw Hill, 1965).
8. Szabó Nándor: Impulzustechnika (1958).
9. S. Siekersky, E. Stolarski: „Statikus dióda karakterisztika vizsgálat oszcilloszkóppal”, (Félvezető Eszközök Vizsgálási Módszerei” Szimpózium, Bp., 1967).

Az Oktatási Bizottság közleménye

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kara 1969 februárjában az alábbi két éves szakmérnöki szakokat indítja:

átviteltechnika, félvezetős digitális elektronika, híradástechnikai szerzőgépek, televíziótechnika.

Jelentkezés és részletesebb felvilágosítás 1968. szeptember 15-ig a Villamosmérnöki Kar Dékáni Hivatalában.

Dr. Ambrózy András

Sugártetródák árameloszlásának vizsgálata

ETO: 621.385.551:621.397.62

A televízió-vevőkészülékek eltérítő végfokozatában és egyéb teljesítményerősítő fokozatokban olyan teljesítményerősítő-csővekre van szükség, amelyek alacsony anódfeszültség mellett megfelelően magas anódcsúcsáramot szolgáltatnak. A kivehető áram nagyságát elsősorban az anódra és a segédrácsra megengedett maximális disszipáció korlátozza. Különösen a segédrács terhelhetősége korlátozott, hiszen itt a felszabaduló hőteljesítményt vékony huzaloknak kell elvezetniük. Így az a cső felel meg jobban végcső céljára, amelyiknél adott anódáram mellett kisebb a segédrácsáram.

Az utóbbi időben forgalomba hozott teljesítményerősítőcsövek többségében a második rács és az anód közötti térben haladó elektronok negatív töltésének hatására létrejövő potenciálmínimum gondoskodik a harmadik rács helyett arról, hogy az anódból kilépő szekunderelektronok ne jussanak a második rácsra (Beam power tube). Ezen csöveknél rendszerint egyforma az első és a második rács meneteinek emelkedése és a második rács meneteit az első rács meneteinek elektronárnyékába helyezik a segédrácsáram csökkenésére.

Az ilyen csöveket az jellemzi, hogy kis anódfeszültség-nél az anódáram gyorsabban növekszik az anódfeszültség növelésekor, mint a háromrácscsőveknél, és az áramátvétel (könyök) is kisebb anódfeszültség-nél jön létre. A tértöltés által létrehozott potenciálmínimum azonban nem teljesen akadályozza meg az anódból kilépő szekunderelektronok átjutását a segédrácsra — különösen alacsony anódáram mellett — és emiatt a segédrácsáram növekszik.

Jelen dolgozat nem kívánja a különböző konstrukciós megoldások előnyeit és hátrányait tárgyalni, csupán egy vizsgálati módszert ismertet és az abból nyerhető információkat.

1. A vizsgálatok módszere

Új típus kidolgozásakor a cső tervezője kísérleti példányok elkészítésével közelíti meg a legkedvezőbb elektromos jellemzőkkel rendelkező konstrukciót. A kísérleti csövekben lejátszódó fizikai folyamatokra — az árameloszlás menetére — a cső jelleggörbéinek a vizsgálatából következtethet. Ismeretes például, hogy az anódfeszültség függvényében felvett anódáramgörbén látható behorpadás az anód szekunderemisszióját jelzi, a segédrácsáram görbéje ezen a szakaszon kipúposodik. Ezek a jelek azonban nem mindig olvashatók le egyértelműen a cső említett görbéiből. Sokkal alkalmasabb módszert nyerünk, ha az anódáram és a segédrácsáram értékeinek hányadosait ábrázoljuk.

Ha a $P = I_a/I_{g2}$ áramviszonyt (a továbbiakban: P -viszonyt) az anódfeszültség függvényében ábrázoljuk, akkor a kapott görbék nemcsak szemléletesebbek az I_a és az I_{g2} görbénél, hanem érzékenyebben is jelzik az árameloszlásban bekövetkező változásokat. Első megközelítésben fennáll ugyanis az, hogy a cső katódárama — azaz az anódáram és a segédrácsáram összege — az anódfeszültségtől függetlenül állandó. Ha azonban két függvény összege a független változó minden értékénél állandó, akkor analitikailag bizonyítható, hogy abszolút értékben a két függvény hányadosa differenciáhányadosának a relatív értéke nagyobb, mint a két függvény közül bármelyik differenciáhányadosának a relatív értéke. Matematikailag kifejezésmóddal:

$$\text{ha } y_1 = y(x) \text{ és } y_2 = k - y, \text{ de } 0 < y < k,$$

akkor

$$\left| \frac{\left(\frac{y_1}{y_2} \right)'}{\left(\frac{y_1}{y_2} \right)} \right| = \left| \frac{\left(\frac{y}{k-y} \right)'}{\left(\frac{y}{k-y} \right)} \right| > \left| \frac{y'}{y} \right| = \left| \frac{y_1'}{y_1} \right| \quad (1)$$

és

$$\left| \frac{\left(\frac{y_1}{y_2} \right)'}{\left(\frac{y_1}{y_2} \right)} \right| = \left| \frac{\left(\frac{y}{k-y} \right)'}{\left(\frac{y}{k-y} \right)} \right| > \left| \frac{(k-y)'}{k-y} \right| = \left| \frac{y_2'}{y_2} \right|. \quad (2)$$

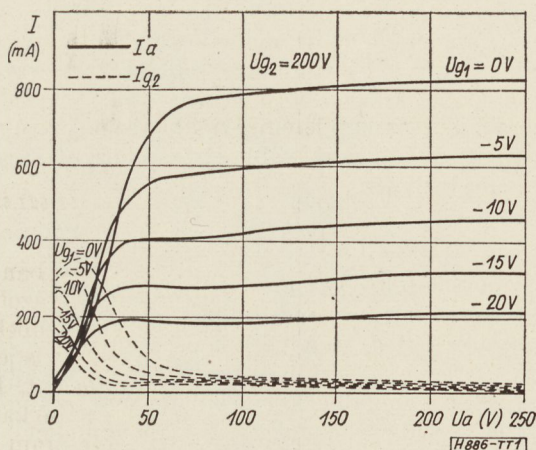
Ha a P -viszonyt a vezérlőrácsfeszültség függvényében ábrázoljuk, akkor — bár a módszer előnye analitikailag nem bizonyítható — látni fogjuk, hogy szemléletesebb görbéket nyerünk, mint az $I_a = f(U_{g1})$ görbék.

Miután a jelleggörbék felvétele során vizsgált tartományban a csövek egyenáramú terhelés mellett jelentősen túllépnék a rájuk nézve megengedett anód- és segédrácsdisszipáció határait, a vizsgálatot csak impulzus üzemben lehet elvégezni. Az anódfeszültség függvényében pontról pontra vettük fel a jelleggörbéket, azonban az elsőrács-feszültség függvényében a P -viszonyt közvetlenül le tudtuk fényképezni egy korábban ismertetett berendezésen [1].

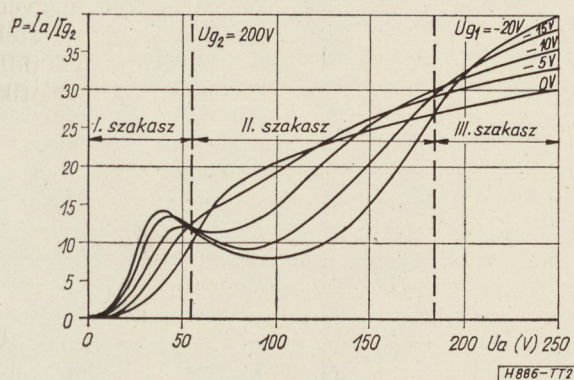
2. Mérési eredmények

2.1 Vizsgálatok az anódfeszültség változtatásával

Az 1. ábrán egy sugártetróda anódáramának és segédrácsáramának alakulását láthatjuk konvencionális görbeseregben ábrázolva, a 2. ábrán az előző



1. ábra. PL 504 anódaáram és segédrácsáram jelleggörbéi az anódfeszültség függvényében



2. ábra. PL 504 anódaáram/segédrácsáram viszony jelleggörbéi az anódfeszültség függvényében

két görbesereg pontjainak hányadosaiból képzett P -viszonygörbék láthatók. Vizsgáljuk meg a P -viszonygörbék néhány jellegzetességét és hasonlítsuk össze az áramgörbékkel.

1. Az áramátvételt jellemző, ún. könyök azonos anódfeszültségeknél jelenik meg a kétféle görbeseregben, de a P -viszonygörbékben élesebb a könyök, mint az áramgörbékben.
2. A különböző elsőrács-feszültséghez tartozó P -viszonygörbék kétszer keresztezik egymást és így az egész görbesereg három szakaszra osztható. Az anódaáram, ill. a segédrácsáram görbeseregeiben az egyes görbék a kezdeti szakasz után nem találkoznak egymással.
3. A P -viszony görbesereg középső szakaszán jól látható behorpadás van az ábrázolt görbék többségében. Az anódaáram-görbékben alig észlelhető behorpadás ugyanazon elsőrács-feszültségek mellett. A segédrácsáram-görbékben enyhe kidomborodás mutatkozik a könyök fölött, de — miután a segédrácsáram ezen a szakaszon kezdeti értékének a töredékére csökken le, és az egyes görbék összetömörülnek — ez az áramváltozás alig vehető észre.
4. A P -viszonygörbék az állandó értékű segéd-
rács-feszültség közelében keresztezik egymást

másodszor; — az áramgörbék e helyen semmi jellegzetességet nem mutatnak.

5. A P -viszony a görbesereg első és harmadik szakaszában annál magasabb, minél negatívabb az elsőrács; a második szakaszban negatívabb elsőrács-hoz alacsonyabb áramviszony tartozik. Az anód- és segédrácsáram az egész tartományban annál kisebb, minél negatívabb az elsőrács.

A P -viszonygörbék sajátosságai a csőben lejátszódó folyamatok alapján a következőképpen magyarázhatók:

I. szakasz

A segédrács-feszültséghez képest kis anódfeszültségeknél viszonylag kicsi a katód felől érkező és a segédrács-huzalok által közvetlenül felfogott elektronokból származó segédrácsáram-rész, annál is inkább, mert a segédrács-huzalok az elsőrács-huzalok elektromosnyájába vannak állítva.

A segédrácsáram túlnyomó része ilyenkor olyan elektronokból ered, amelyek a segédrács tere által felgyorsítva áthaladtak a segédrács hézagain, de a segédrács és anód közötti potenciálmínimum helyén elvesztették mozgási energiájukat és visszafordultak a segédrácsra.

A potenciálmínimumot a tértöltés hozza létre, mélysége az áramsűrűség növelésével erősen növekszik. Az áramsűrűség meghatározott értéke fölött — melynek nagysága függ a cső konstrukciójától, valamint az anód és segédrács-feszültségtől is — a potenciál zérusra csökken a minimum helyén. Az ide érkező elektronok elvesztik mozgási energiájukat, majd egy részük visszafordul. A zérus értékű potenciálmínimum (melyet „második virtuális katód”-nak is neveznek) kialakulása önmagát erősítő folyamat, mert a potenciál csökkenése lassítja az elektronokat és így növeli a tértöltést, ez viszont tovább csökkenti a potenciált.

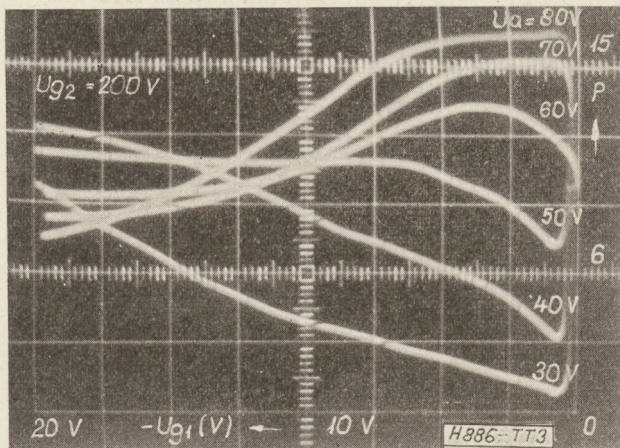
Az áramsűrűség további növelésekor egyre kevesebb elektron jut el az anódig, egyre több fordul vissza a segédrácsra. Emiatt a potenciálmínimum helye is közeledik a segédrács felé. Könnyen belátható, hogy ilyenkor az anódaáram és a segédrácsáram viszonya annál alacsonyabb, minél nagyobb az áramsűrűség, vagyis, minél pozitívabb az első rács.

II. szakasz

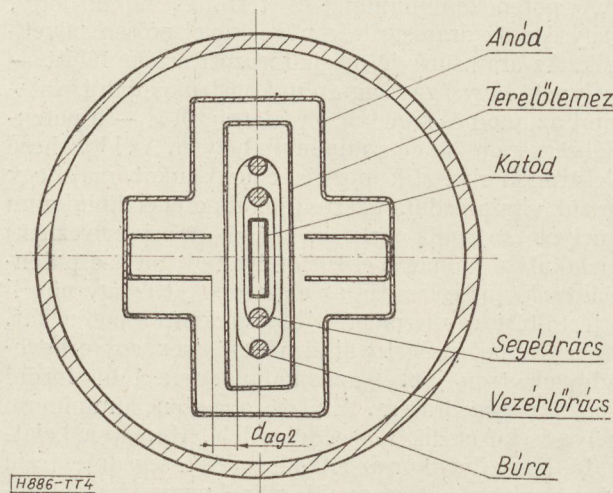
Nagyobb anódfeszültségnél több elektron jut el az anódig és kevesebb fordul vissza a segédrácsra. Az anódfeszültséget növelve egy meghatározott értékénél (áramátvételi pont, könyök) a segédrács síkján túljutott valamennyi elektron elérkezik az anódhoz.

Az áramátvételi pont fölötti anódfeszültségeknél a segédrácsáram egy része a segédrácsmenetek által közvetlenül felvett katód-anód irányban haladó primer elektronokból származik. Másik része az anódból kilépő szekunder elektronokból ered, amelyekre a pozitívabb segédrács gyorsító tere hat. A segédrács és az anód között a tértöltés ilyenkor is lecsökkenti a potenciált, ez a csökkenés azonban kisebb mértékű, mint az I. szakaszban, és így nem alakul ki a „második virtuális katód”. A kialakuló potenciálmínimum nem befolyásolja az anód felé irányuló primer elekt-

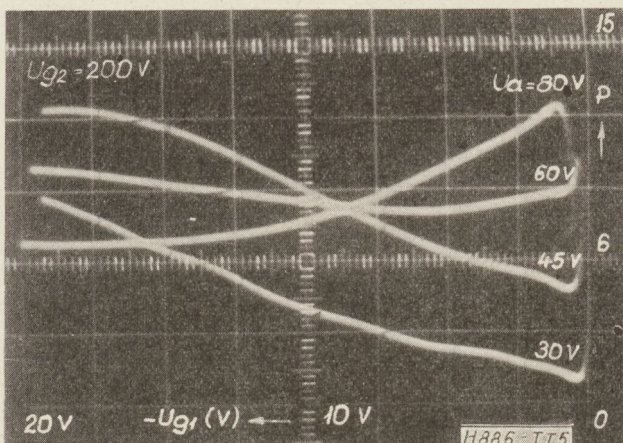
ronáramlást, de mélységétől függően többé-kevésbé fékezi az anódból kilépő, kis energiájú szekunder-elektronokat. Az anód szekunderemissziója csökkenthető felületi bevonatokkal vagy alkalmas konstrukcióval (kamraanód), de teljesen nem szüntethető meg.



3. ábra. PL504 anódáram/segédáram viszony jelleggörbéi az elsőrács-feszültség függvényében



4. ábra. PL504 egyszerűsített keresztmetszete



5. ábra. Kísérleti PL504 csövek anódáram/segédáram viszony jelleggörbéi az elsőrács-feszültség függvényében

Minél pozitívabb az elsőrács, annál nagyobb a tértöltés a segédrács és az anód között. A potenciálmínimum mélyül, és egyre kevesebb szekunderelektron léphet át az anódból a segédrácsra. A második szakaszban a szekunderemisszió hatásának csökkenése miatt tehát pozitívabb elsőrácsra magasabb P -viszony tartozik.

III. szakasz

Az anódfeszültséget növelve csökken az anód és segédrács közötti potenciálkülönbség, egyre kisebb gyorsító-tér hat az anódból kilépő szekunderelektronokra. Ha az anódfeszültség meghaladja a segédrács-feszültséget, az anódból kilépő valamennyi szekunderelektron visszatér az anódra és így a szekunderemisszió kívülről nem észlelhető. Az anódfeszültségnek ebben a tartományában a segédáram már csak a segédrács menetei által felfogott primer elektronokból ered. Ezt az áramot csökkentheti a segédáramból kilépő, és az anódra jutó szekunderelektronok hatása.

Az első és második rács menetei azonos emelkedésűek, és egymás mögött helyezkednek el. Az első rács menetei fókuszálják a közöttük áthaladó elektronokat. A rácsok méretei úgy vannak megválasztva, hogy a szokásos elektróda-feszültségeket alkalmazva, a gyújtópont a második rács síkja mögé esik, és az első rács negatívabbá válásával közeledik a második rács síkja felé. A segédáram-menetekbe ütköző elektronok mennyisége ilyenkor jobban csökken, mint az anódig haladóké, és így a P -viszony növekszik. Bizonyos határon túl azonban — a tapasztalat szerint — az első rács negatívabbá válása nem változtat a két áram viszonyán.

A példaképpen választott P -viszony görbesereg eddig tárgyalt sajátosságai minden sugártetródára jellemzőek. A görbék részletesebb elemzése további értékes felvilágosítást nyújthat a cső konstrukciójára és az alkatrész-anyagok tulajdonságaira vonatkozólag.

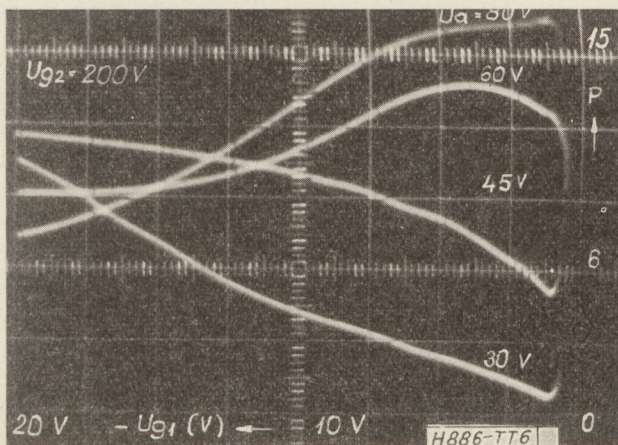
2.2 Vizsgálatok az elsőrács feszültségének változtatásával

A 3. ábrán a 2.1 pontban említett sugártetróda P -viszonyának alakulása látható az elsőrács feszültségének függvényében, $U_{g1}=0$ és -20 V között. Az anódfeszültség, mint paraméter 30 és 80 V között változik. A felvétel így a cső konstrukciójának megítélése szempontjából legfontosabb tartományt ábrázolja.

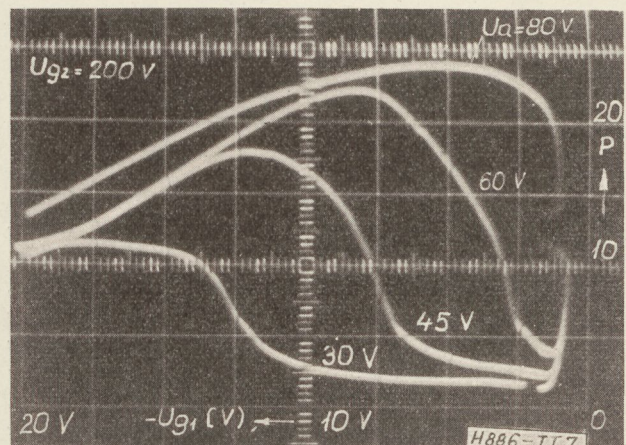
A görbék menetének részletes elemzésére nem térünk ki, mivel a $P=f(U_a)$ és a $P=f(U_{g1})$ görbeseregek kölcsönösen átszerkeszthetők egymásba és így a 3. ábra is a 2.1 pontban foglaltak alapján magyarázható.

A P -viszony vizsgálata különösen hasznos, amikor egy új csőtípus kidolgozásakor több kísérleti csőpéldány jelleggörbéit hasonlítjuk össze, melyek valamilyen méretükben eltérnek egymástól.

A segédáram és anód között kialakuló potenciáloszlás adott külső feszültségek mellett a tértöltés nagyságától függ. Ezt viszont elsősorban a segédáram és anód közötti távolság határozza meg.



6. ábra



7. ábra

Kísérleti PL504 csövek anódaáram/segédrcsáram viszony jelleggörbéi az elsőrcs-feszültség függvényében

A 4. ábrán példaképpen egy TUNGSRAM gyártmányú PL 504 csőtípus egyszerűsített keresztmetszete látható. Az anód — mint az ábrából kitűnik — „kamra” kivitelű. Ilyen anódkonstrukció esetén a segédrcs és anód közötti potenciáltér erősen inhomogén, mivel az anód közelében az ekvipotenciális vonalak is kamra alakúak.

A csövet úgy is felfoghatjuk mint több, különböző segédrcs-anód távolságú csőelem párhuzamos kapcsolását, bár ez a közös tértöltés miatt csak részben helytálló. Mindenesetre feltételezhető, hogy adott külső feszültségek mellett a segédrcs-anódtér egyes részein a potenciálminimum zérus értékű és itt primer elektronok fordulnak vissza a segédrcsra, ugyanakkor a tér más részein a potenciálminimum mélységének csökkenése miatt anódból kilépő szekunderelektronok jutnak el a segédrcsra.

Ha az egyes csőelemeket külön tudnánk vizsgálni, akkor az elsőrcs feszültségét változtatva a P -viszony alakulásából egyértelműen következtethetnénk a segédrcsáram eredetére. Miután azonban a cső vizsgálatakor egyszerre mérjük valamennyi csőelem áramát,

— a nyert jelleggörbék tulajdonképpen több részgörbéből adódnak össze és így értékelésük valamivel bonyolultabb.

A vizsgálati módszer alkalmazhatóságának illusztrálására az 5., 6. és 7. ábrán bemutatjuk különböző kísérleti PL 504 példányoknak az elsőrcs-feszültség változtatásával felvett P -viszony görbeseregeit. A három csőnél a 4. ábrán d_{ag2} -vel jelölt anód-segédrcs távolság 3; 3,3; ill. 3,8 mm.

3. Összefoglalás

A végpentódák tulajdonságainak vizsgálatakor több felvilágosítást kapunk, ha az anód-, ill. segédrcsáram helyett a kettő viszonyát ábrázoljuk akár az anódfeszültség, akár az elsőrcs-feszültség függvényében. A cikk erre vonatkozólag néhány gyakorlati példát közöl.

IRODALOM

1. I. P. Valkó: Beitrag zur Messtechnik der Elektronenröhren, Tungsum Technische Mitteilungen, 1964. No. 12.

LAPUNK PÉLDÁNYONKÉNT MEGVÁSÁROLHATÓ:

V., VÁCI UTCA 10,

V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 76. SZÁM ALATTI

H Í R L A P B O L T O K B A N

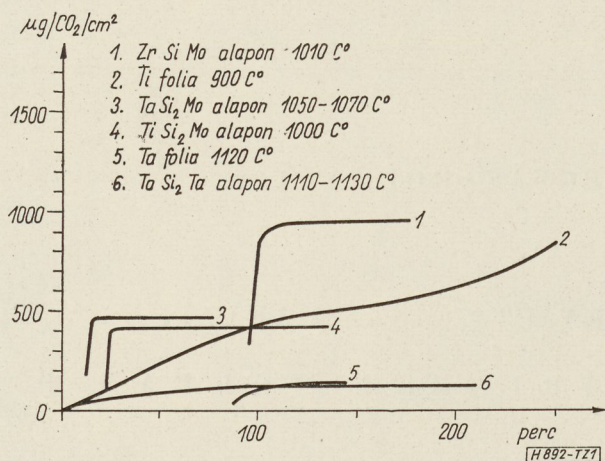
Intermetallikus szilicidek getterhatása

ETO 621.3.032.14:661.685

A rácsemisszió csökkentésére használt szilicid bevonatok: tantálszilicid tantál rácson, titánszilicid és zirkonszilicid molibdén rácson. Tapasztalat mutatta, hogy a kataforetikusan fenti szilicidek diszperziójával bevont rácok vákuum izzítás közben oly változásokon mennek keresztül, ami a rácsemisszió növekedését idézi elő. Ez érthető is, mivel a tantál, titán, zirkon és szilícium mind getteranyagok. A ma előírással használt módszer nem is lehet alkalmas, mivel a rendszer nem melegíthető ki és így az érzékeny rácokat vízgőz és szénhidrogén atmoszférában izzítjuk. A levegő atmoszférában oxigén, nitrogén, szénmonoxid, széndioxid, és vízgőz lehet jelen, ezért vizsgálatainkat ezen gázokkal végeztük. Mivel pedig a hidrogénnel való reakció reverzibilis, 800 °C körül a hidrogén a rendszerből majdnem tökéletesen eltávozik, a hidrogénre vonatkozó vizsgálataink az összeállításban nem szerepelnek. Vizsgálatainkban összehasonlítás végett felvettük a tantál fémmel való vizsgálatokat, mivel erre az alpra vittük fel a tantálszilicideket. Összehasonlítás végett felvettük még a régebben titán, zirkon fóliákkal végzett kísérleteink eredményeit és a titánpor és titán tükörrel végzett kísérleteink adatait is.

Vizsgálatainkhoz használt berendezés a már eddig többször ismertetett zárt üvegrendszer, melyben a vizsgálandó anyagot tartalmazó, a kívánt hőfokra felfűthető cső, egy piráni és egy ionizációs manométer és a vizsgálandó gázokat tartalmazó ampullák voltak. E zárt üvegrendszerben a gázok elnyelését nyomáscsökkentésekből számítottuk.

Vizsgálataink eredményei alapján az elnyelési idő függvényében felvett gázmennyiségeket pro felület egység (ez természetesen a porral bevont fémeznél csak látszólagos felület) az 1—4. ábrákon látható diagramok mutatják.



1. ábra. A széndioxid abszorpciója

A tantálszilicid, titánszilicid, és zirkonszilicidre vonatkozó adatok egyes gázokra összeállítva a következők.

A széndioxid abszorpciója

Tantál fólián, 880—1120 °C-on; $p=2,96 \cdot 10^{-1} - 1,8 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció a 88. percben indul meg, a 128. percben a gázmennyiség 98,7%-át, 145 perc alatt pedig a beadott gáz 99,94%-át felvette, összesen 245,2 μg-ot (0,91% CO₂=0,23% C=Ta₂C_{0,0747}). A reakció-sebességi állandó a meginduláskor $4,38 \cdot 10^{-1}$ (μg/cm²)²/s, 120 perc után maximum 2,80, a 145 perces átlag pedig 2,47. Átlagos abszorpció-sebesség $1,69 \cdot 10^{-2}$ μg/cm²/s.

Tantálszilicid molibdén fólián, 1050—1070 °C-on. $p=8,10 \cdot 10^{-1} - 6,9 \cdot 10^{-5}$ Torr. A reakció a 12. percben indul meg, a 16. percben a beadott gáz 99,8%-át, 77 perc alatt pedig 99,99%-át felvette, összesen 461,1 μg-ot (4,80% CO₂=2,00% C). A reakció-sebességi állandó a meginduláskor $45,31$ (μg/cm²)²/s. A 15. percben a maximum 242,6, a 77 perces átlag pedig 48,14. Átlagos abszorpció-sebesség $1,02 \cdot 10^{-1}$ μg/cm²/s.

Tantálszilicid tantál fólián, I—II. 1020—1040 °C-on. I. $p=7,37 \cdot 10^{-1} - 8,32 \cdot 10^{-3}$. II. $p=8,10 \cdot 10^{-1} - 2,4 \cdot 10^{-3}$ Torr. A reakció az 53. percben indul meg és 367 perc alatt a beadott gáz 98,87%-át felvette, összesen 676,4 μg-ot (12,1% CO₂=3,14% C). A maximális reakció-sebességi állandó a meginduláskor $22,94$ (μg/cm²)²/s. A 367 perces átlag 7,45. Átlagos abszorpció-sebesség $1,84 \cdot 10^{-2}$ μg/cm²/s. Újabb CO₂ hozzáadása után a reakció már azonnal megindul és a 788. percben az össz beadott gáz 99%-át, 887 perc alatt pedig 99,3%-át felvette, összesen 849,8 μg-ot (16,3% CO₂=5,85% C). A reakció-sebességi állandó kezdetben $14,97$ (μg/cm²)²/s. Maximális a 133. percben: 20,37, a reakció végén az átlag 13,57. Átlagos abszorpció-sebesség $1,60 \cdot 10^{-2}$ μg/cm²/s.

Tantálszilicid tantál fonalon, 1110—1130 °C-on. $p=2,00 \cdot 10^{-1} - 9,8 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció azonnal megindult s a 210. percben az összes beadott gáz 98,8%-át, 356 perc alatt pedig 99,54%-át felvette, összesen 214,1 μg-ot (3,6% CO₂=0,95% C). A reakció-sebességi állandó kezdetben a maximális $5,29$ (μg/cm²)²/s. Átlagban $9,07 \cdot 10^{-1}$. Az abszorpció-sebesség átlaga $6,52 \cdot 10^{-3}$ μg/cm²/s. Röntgenvizsgálat szerint diffúz hexagonális Ta₂C és ismeretlen fázis gyenge intenzitással.

Titánszilicid molibdén fólián, 1000 °C-on. $p=7,83 \cdot 10^{-1} - 2,1 \cdot 10^{-6}$ Torr. A reakció a 22. percben indul meg, a 26. percben már az összes beadott gázmennyiség 99,4%-át, 135 perc alatt pedig 100%-át felvette, összesen 732,1 μg-ot (7,4% CO₂=2,28% C). A reakció-sebességi állandó kezdetben $7,34$ (μg/cm²)²/s. A 26. percben érte el a maximumát 111,38-at s a 135

perces átlag 21,86. Az abszorpció-sebesség átlaga $5,19 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Zirkonszilicid molibdén fólián, 1010–1020 °C-on. $p=1,83-1,80 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció csak a 95. percben indult meg, a 131. percben az összes beadott gáz 88,5%-át, a 176. percben már 99,99%-át felvette, összesen 1611,7 μg -ot ($25,6\% \text{CO}_2=5,55\% \text{C}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $22,20 (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. A maximumát a 105. percben érte el s átlagosan 87,11 volt. Az abszorpció-sebesség átlaga $1,06 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

A reakciók mintegy 100%-osan játszódnak le s a megindulásuk általában csak bizonyos idő múlva, 12–95 perc múlva történik. Valószínűleg először disszociáció, aztán abszorpció játszódik le. A reakció-sebességi állandók 1–87 $(\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$.

A szénmonoxid abszorpciója

Tantálfólián, 860–1220 °C-on. $p=2,33 \cdot 10^{-1}-5,77 \cdot 10^{-3}$ Torr. A reakció a 67. percben indul meg, 124 perc alatt az összes beadott gáz 97,52%-át, összesen 132,2 μg -ot felvette ($0,48\% \text{CO}=0,203\% \text{C}=\text{Ta}_2\text{C}_{0,0632}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $4,66 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. Maximumát 1,07-et a 90. percben érte el s a 124 perces átlag $8,43 \cdot 10^{-1}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $1,06 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Tantálfonalon, 1030–1040 °C-on. $p=4,79 \cdot 10^{-2}-2,69 \cdot 10^{-3}$ Torr. A reakció már a 15. másodperc után megindul, az összes beadott gáz 83,5%-át már a 11., 94,34%-át pedig 537 perc alatt vette fel, összesen 27,18 μg -ot ($0,017\% \text{CO}=0,0071\% \text{C}=\text{Ta}_2\text{C}_{0,00223}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben maximális, mégpedig $1,39 (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. Az 557 perces átlag $1,32 \cdot 10^{-2}$. Az abszorpció-sebesség átlaga $6,30 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$. Röntgenvizsgálat tantálkarbidot talált hexagonális struktúrával, oxidot nem. A folyamat közben a húzási struktúrára merőleges szerkezet alakult ki. Rácsbővülés miatt a fonal 6,1%-ot vas-tagodott.

Tantálszilicid molibden fólián, 1000–1010 °C-on. $p=7,43 \cdot 10^{-1}-1,92 \cdot 10^{-1}$ Torr. A reakció a 16. percben indult meg s 342 perc után az összes beadott gáz 81,5%-át, összesen 364,1 μg -ot felvette ($5,52\%$

$\text{CO}=2,23\% \text{C}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $8,31 (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$, a maximumot 27,62-t a 18. percben érte el, a 342 perces átlag pedig $1,18 \cdot 10^{-2}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $1,18 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Tantálszilicid tantálfonalon, 1110–1130 °C-on. $p=4,79 \cdot 10^{-1}-1,07 \cdot 10^{-1}$ Torr. A reakció 2 perc alatt megindul, a 471. percben az összes beadott gáz 77,66%-át, összesen 244,6 μg -ot felvette. A reakció-sebességi állandó kezdetben $2,90 (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$, a maximumot 7,70-et a 3. percben érte el, az átlag $4,79 \cdot 10^{-1}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $5,69 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$ ($7,72\% \text{CO}=3,06\% \text{C}$).

Tantálszilicid tantálfonalon, I–II. 1120 °C-on. I. $p=8,02 \cdot 10^{-2}-5,01 \cdot 10^{-3}$ II. $5,01 \cdot 10^{-2}-8,32 \cdot 10^{-3}$ Torr. A reakció már 1 perc alatt megindul és 761 perc alatt a beadott gáz 93,57%-át, 48,17 μg -ot felvette ($1,32\% \text{CO}=0,56\% \text{C}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $1,71 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. A maximális értéket, $6,11 \cdot 10^{-2}$ -t, a 101. percben érte el s a 761 perces átlag $2,09 \cdot 10^{-2}$. Az átlagos abszorpció-sebesség $7,76 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$. Újabb CO beadagolás után a reakció 5 perc múlva indult meg s a teljes 1660 perc után az egész mennyiség 89,40%-át, 73,91 μg -ot felvette, de már az 1071. percben a gázmennyiség 79%-át lekötötte ($2,16\% \text{CO}=0,90\% \text{C}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $2,11 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$, a 951. percben érte el maximumát, $3,18 \cdot 10^{-2}$ -t, az 1660 perces átlag pedig $2,57 \cdot 10^{-2}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $5,08 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$ volt.

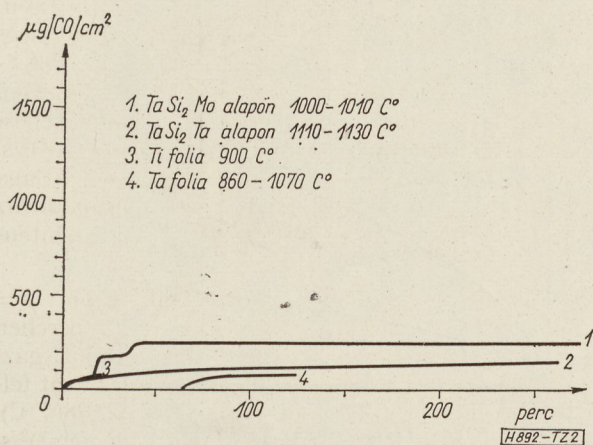
Röntgen struktúra vizsgálat szerint durva szemcsés textúra hexagonális Ta_2C dominál egy halvány ismeretlen fázis és kevés Ta_5Si_3 , TaC csak nyomokban. A reakciók lejátszódása csak 77–97%-os. A reakció megindulása 2–64 perc után történik. A reakció-sebességi állandó értéke kicsi: $8 \cdot 10^{-1}-1 \cdot 10^{-2}$ között.

Az oxigén abszorpciója

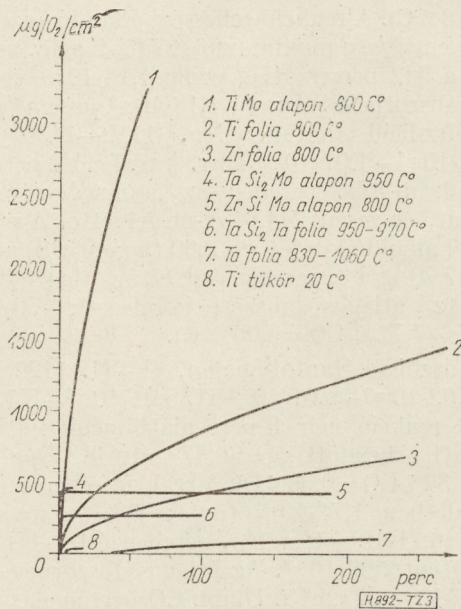
Tantálfólián, 830–1060 °C-on. $p=3,17 \cdot 10^{-1}-6,2 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció csak 30 perc múlva indul meg s 501 perc után a beadott gáz 97,38%-át, 109,97 μg -ot vett fel ($0,74\% \text{O}_2=\text{TaO}_{0,091}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $1,24 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. A maximumot 1,32-t 146 perc múlva érte el s az 501 perces átlag $4,39 \cdot 10^{-1}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $3,80 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Tantálszilicid molibdén fólián, 950 °C-on. $p=7,34 \cdot 10^{-1}-1,0 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció azonnal megindul s 3,5 perc múlva a beadott gáz 88%-át, 11 perc után 99,98%-át 726,6 μg -ot felvette ($5,80\% \text{O}_2$). A reakció-sebességi állandó maximumát az induláskor érte el: $13830 (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. 11 perc után az átlag 324,0 volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $7,05 \cdot 10^{-1} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.

Tantálszilicid tantálfólián, 950–970 °C-on. $p=6,96 \cdot 10^{-1}-3,80 \cdot 10^{-4}$ Torr. A reakció azonnal megindult s 32 perc múlva az összes beadott gáz 99,4%-át, 97 perc múlva pedig 99,86%-át, összesen 470,82 μg -ot felvette ($8,56\% \text{O}_2$). A reakció-sebességi állandó induláskor a legnagyobb 4889 $(\mu\text{g}/\text{cm}^2)^2/\text{s}$. A 97 perces átlag 13,66 volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $4,83 \cdot 10^{-2} \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$.



2. ábra. A szénmonoxid abszorpciója



3. ábra. Az oxigén abszorpciója

Tantálszilicid tantálfonalon I—II., 1010—1020 °C-on. I. $p=1,97 \cdot 10^{-1}$ — $9,53 \cdot 10^{-3}$, II. $1,05 \cdot 10^{-1}$ — $1,41 \cdot 10^{-2}$ Torr. A reakció 3 perc alatt megindul, 272 perc alatt a beadott gáz 95,15%-át felvette, összesen 125,89 μg -ot, azaz 2,71% O_2 -t. A reakció-sebességi állandó induláskor $2,49 \cdot 10^{-1}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s. A maximumát $8,67 \cdot 10^{-1}$ -t a 69. percben érte el, a reakció végén az átlag $4,26 \cdot 10^{-1}$ volt. Az átlagos abszorpció-sebesség $5,08 \cdot 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s. Újabb oxigénbeadásra a reakció azonnal megindul és 635 perc múlva a beadott gázmennyiség 98,5%-át 829 perc alatt pedig az összes rendelkezésre álló 198,41 μg -ot felvette (4,24% O_2). A reakció-sebességi állandó maximuma a meginduláskor $6,09 \cdot 10^{-1}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s. A 829 perces átlag $3,50 \cdot 10^{-1}$. Az abszorpció-sebesség átlaga $2,65 \cdot 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s.

Zirkonszilicid molibdénfólián, 860 °C-on. $p=1,019$ — $2,3 \cdot 10^{-6}$ Torr. A reakció azonnal megindul, a beadott gáz 99,7%-át 11 perc múlva, 100%-át 137 perc alatt veszi fel, összesen 701,89 μg -ot (10,80% O_2). A reakció-sebességi állandó kezdetben érte el maximumát: 7995 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s. Átlaga 23,71 volt. Az abszorpció-sebesség átlaga $5,37 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s.

A reakciók általában majdnem tökéletesen végbe-mennek, 95—100%-osan. A reakciók azonnal megindulnak, kivéve a tantálfóliát, ahol csak 30 perc múlva indul meg a reakció, valószínűleg először adszorpció, majd diffúzió játszódik le. A reakció-sebességi állandók értéke legmagasabb a szilicidek között: 13,7—324 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s.

A nitrogén abszorpciója

Tantálfólián, 1090—1120 °C-on. $p=3,80 \cdot 10^{-2}$ — $2,53 \cdot 10^{-2}$ Torr. A reakció azonnal megindult s 661 perc után a beadott gáznak csak 34,72%-át, 8,737 μg nitrogént vett fel (0,041%, $\text{N}_2=\text{Ta}\text{N}_{0,0057}$). A reakció-sebességi állandó kezdetben $6,35 \cdot 10^{-4}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s, a maximumot $1,81 \cdot 10^{-3}$ -t 9 perc múlva érte el s a 661

perces átlag $6,90 \cdot 10^{-4}$. Az abszorpció-sebesség átlaga $1,32 \cdot 10^{-4}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s. Telítés nem volt.

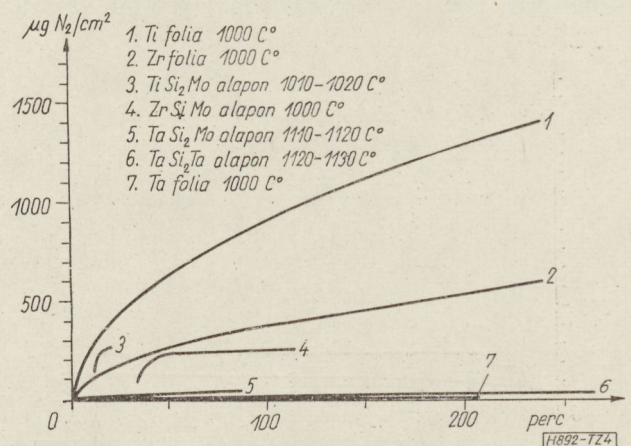
Tantálszilicid tantálfonalon I—II., 1115—1120 °C-on. I. $p=1,21 \cdot 10^{-2}$ — $8,6 \cdot 10^{-4}$, II. $p=6,7 \cdot 10^{-2}$ — $2,29 \cdot 10^{-3}$ Torr. A reakció azonnal megindult, 28 perc alatt a beadott gáz 98,81%-át, 40,90 μg nitrogént felvette (0,74% N_2). A reakció-sebességi állandó kezdetben $1,21$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s, a maximumot 1,5 perc alatt érte el: 3,38. A 28 perces átlag $3,57 \cdot 10^{-1}$. Az abszorpció-sebesség átlaga $1,46 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s. Újabb nitrogén beadagolására 48. percben a beadott mennyiség 96,5%-át, 88 perc múlva pedig 97,67%-át vette fel. Összesen 83,02 μg -ot (1,49% N_2). A reakció-sebességi állandó kezdetben $4,68 \cdot 10^{-1}$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s. Maximumát 1,04-et a 35 percben érte el s az átlag $4,68 \cdot 10^{-1}$ volt. Az abszorpció-sebesség átlaga $9,41 \cdot 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s.

Zirkonszilicid molibdén fólián, 1000 °C-on. $p=7,76 \cdot 10^{-1}$ — $6,9 \cdot 10^{-5}$ Torr. A reakció 34 perc múlva indul meg, a 66. percben az egész mennyiség 99,5%-át, 114 perc alatt 99,99%-át, összesen 437,86 μg -ot felvette (5,66% N_2). A reakció-sebességi állandó kezdetben 3,09 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)/s., maximumát 19,72-t 46 perc alatt érte el, a 114 perces átlag 8,91. Az abszorpció-sebesség átlaga $3,42 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ /s.

A reakciók a tantálfóliát kivéve csaknem tökéletesen játszódhatnak le, 98—100%-osan (tantálfóliánál 34,72%). A reakciók általában azonnal megindulnak, kivéve a ZrSi-nél, ahol csak 34 perc múlva indul meg. A reakció-sebességi állandó a ZrSi-t kivéve (8,91) alacsony $3,5$ — $4,7 \cdot 10^{-1}$, a tantálfóliánál pedig $6,9 \cdot 10^{-4}$.

Mivel a kataforetikusan felvitt szilicidek szemcsenagysága a titánpor szemcsenagyságával nagyságrendben egyező, a felvett értékek csak a por alakú titán értékével hasonlíthatók össze. A hordozó fémek, molibdén és tantál felülete ezekhez képest kicsi, a gázt már a felette levő anyagok felveszik, ezek getter hatása tehát elenyészően kicsi.

A fenti adatokból látható, hogy bár a titán, zirkon getter hatás szempontjából messze felülmúlja a tantál és különböző szilicidek getter hatását, fenti gázokra vonatkozó érzékenységük mégis olyan, hogy izzításukat jó vákuumban (legalább 10^{-6} Torr) kell végezni,



4. ábra. A nitrogén abszorpciója

Fémek	Hőmérséklet C°	Szivási sebesség $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{sec}$	Reakciósebességi állandó $K (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^{1/2}/\text{sec}$	Stöchiometrikus összetétel
Oxigén:				
Ti fólia.	800	$1,11 \times 10^{-1}$	127,6	$\text{TiO}_{0,17}$
	900	$1,58 \times 10^{-1}$	264,7	$\text{TiO}_{0,27}$
	1000	$4,50 \times 10^{-1}$	443	$\text{TiO}_{0,68}$
Zr fólia	800	$5,29 \times 10^{-2}$	31,75	$\text{ZrO}_{0,19}$
	900	$6,73 \times 10^{-2}$	51,3	$\text{ZrO}_{0,48}$
	1000	$9,07 \times 10^{-2}$	93,5	$\text{ZrO}_{0,45}$
Ti fólia	800-1060	$3,80 \times 10^{-3}$	$4,39 \times 10^{-1}$	$\text{TaO}_{0,091}$
Ti por	800	$9,02 \times 10^{-2}$	2934	$\text{TiO}_{0,778}$
Ti töké	20	$1,50 \times 10^{-4}$	$7,0 \times 10^{-5}$	$\text{TiO}_{0,133}$
Szénmonoxid:				
Ti fólia	950	$5,7 \times 10^{-2}$	3,89	$\text{TiC}_{0,0139}$
Ta fólia	850-1220	$1,06 \times 10^{-2}$	$8,43 \times 10^{-1}$	$\text{Ta}_2\text{C}_{0,0632}$
Ta fonal	1030-1040	$6,30 \times 10^{-4}$	$1,32 \times 10^{-2}$	$\text{Ta}_2\text{C}_{0,00223}$
Széndioxid:				
Ti fólia	900	$2,5 \times 10^{-3}$	$2,54 \times 10^{-1}$	$\text{TiC}_{0,0872}$
Ta fólia	880-1120	$1,69 \times 10^{-2}$	2,47	$\text{Ta}_2\text{C}_{0,0744}$
Nitrogén:				
Ti fólia	800	$1,55 \times 10^{-2}$	1,86	$\text{TiN}_{0,032}$
	900	$5,61 \times 10^{-2}$	38,9	$\text{TiN}_{0,12}$
	1000	$1,06 \times 10^{-1}$	137,1	$\text{TiN}_{0,26}$
Zr fólia	1000	$4,46 \times 10^{-2}$	24,3	$\text{ZrN}_{0,089}$
Ta fólia	1090-1120	$1,32 \times 10^{-4}$	$6,90 \times 10^{-4}$	$\text{TaN}_{0,0057}$

5. ábra. Összehasonlító táblázat

vagy kis nyomású hidrogén atmoszférában. Fontos volna azt is ismerni, hogy a különböző gázokban végzett izzításoknál szerkezetileg milyen változások következnek be s melyik változás az, mely a kilépési munkát csökkenti. Erre vonatkozó vizsgálatainkat még röntgenstruktúra vizsgálatokkal kell kibővíteni, mivel erre eddig kevés adatunk van.

Vizsgálatainkat ki kívánjuk még terjesztetni a fenti anyagok nagyobb mennyiségű további gáz felvételére, legalábbis azoknál, melyeknél az eddig hozzáadott gázokkal telítést nem értünk el.

Az 5. és 6. ábrán látható összeállítás alapján, a reakció-sebességi állandóból és az elnyelt gázok mennyiségéből számítva a szilicidek és a tantál getter hatásának sorrendje a következő:

Szilicidek	Hőmérséklet C°	Szivási sebesség $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{sec}$	Reakciósebességi állandó $K = (\mu\text{g}/\text{cm}^2)^{1/2}/\text{sec}$	Összetétel %
Oxigén:				
TaSi_2/Ta fólián	950-970	$4,83 \times 10^{-2}$	13,66	8,56% O_2
TaSi_2/Ta fonalon	1010-1020	$2,65 \times 10^{-3}$	$3,50 \times 10^{-1}$	4,24% O_2
TaSi_2/Mo fólián	950	$7,05 \times 10^{-1}$	324	5,80% O_2
ZrSi_2/Mo fólián	860	$5,37 \times 10^{-2}$	23,71	10,80% O_2
Szénmonoxid:				
TaSi_2/Ta fonalon	1110-1130	$5,69 \times 10^{-3}$	$4,78 \times 10^{-1}$	3,06% C
TaSi_2/Ta fonalon	1120	$5,08 \times 10^{-4}$	$2,57 \times 10^{-2}$	0,90% C
TaSi_2/Mo fólián	1000-1010	$1,18 \times 10^{-2}$	2,87	2,23% C
Széndioxid:				
TaSi_2/Ta fólián	1020-1040	$1,60 \times 10^{-2}$	13,51	5,85% C
TaSi_2/Ta fonalon	1110-1130	$6,52 \times 10^{-3}$	$9,07 \times 10^{-1}$	0,95% C
TaSi_2/Mo fólián	1050-1070	$1,02 \times 10^{-1}$	48,14	2,00% C
TiSi_2/Mo fólián	1000	$5,19 \times 10^{-2}$	21,86	2,28% C
ZrSi_2/Mo fólián	1010-1020	$1,06 \times 10^{-4}$	87,11	5,55% C
Nitrogén:				
TaSi_2/Ta fólián	1115-1120	$9,41 \times 10^{-3}$	$4,68 \times 10^{-1}$	1,49% N_2
TaSi_2/Ta fonalon	1120-1130	$5,34 \times 10^{-3}$	$3,50 \times 10^{-1}$	2,28% N_2
TaSi_2/Mo fólián	1010-1020	$2,04 \times 10^{-1}$	55,31	2,83% N_2
ZrSi_2/Mo fólián	1000	$3,41 \times 10^{-2}$	891	5,66% N_2

(H892-T25)

6. ábra. Összehasonlító táblázat

- Általánosan:
1. TaSi_2 Mo alapon
 2. ZrSi_2 Mo alapon
 3. TaSi_2 Ta alapon
 4. Tantál
 5. TiSi_2 Mo alapon

Az egyes gázokra vonatkozó sorrend pedig a következő:

Oxigén

1. TaSi_2 Mo alapon
2. ZrSi_2 Mo alapon
3. TaSi_2 Ta alapon
4. Tantál

Nitrogén

1. TaSi_2 Mo alapon
2. ZrSi_2 Mo alapon
3. TaSi_2 Ta alapon
4. Tantál

Széndioxid

1. TaSi_2 Mo alapon
2. ZrSi_2 Mo alapon
3. TiSi_2 Mo alapon
4. TaSi_2 Ta alapon
5. Tantál

Szénmonoxid

1. TaSi_2 Mo alapon
2. Tantál
3. TaSi_2 Ta alapon

60/120-csatornás, szimmetrikus kábeles vivőáramú távbeszélő rendszer

ETO 621.395.44:621.395.724

A Telefongyár a szimmetrikus távkábelek sokcsatornás kihasználására többféle berendezéstípust és komplett rendszert dolgozott ki. Sok éven át gyártotta ezek közül a BK-24 típusú 24-csatornás berendezést. Évek óta gyártja a BK-12—2 és BK-12—3 típusú (12+12)-rendszert. A múlt évben fejezte be a gyár a szimmetrikus kábeles gyártmánycsalád egy újabb tagjának, a 60/120-csatornás rendszernek a fejlesztését. Ez a típus — amely mikrohullámú rádió relé vonalon való átvitelre is alkalmas — BK-60/120 (illetve multiplexként BM-60/120) jelzéssel a gyártásbavétel stádiumában van.

Az új típus átesett egy rövidebb postai üzemi próbán is, aminek a gyár számára igen jól értékesíthető tanulságai voltak; ezek is mind hasznosításra kerültek a gyártandó új rendszerben.

A család gyártmányainak sorát kiegészítendő, már fejlesztés alatt áll a BK-60—2 változat és előreveti árnyékát egy BK-60—3 jelzésű következő típus is. Mindkettő főleg a szovjet postai szabványoknak megfelelő szolgáltatásokat fogja nyújtani a gyár export tevékenységének biztosítására.

A fentiekben csak címszó-szerűen bemutatott gyártmánycsalád most elkészült tagjával kívánjuk megismertetni az olvasót. A rövidre fogott gyártmányismertetőn belül nem tudunk kitérni érdekes részletmegoldásokra, de közöljük a rendszer egyes berendezéseinek főbb műszaki adatait, amivel — úgy hisszük — értékes tájékoztatást nyújtunk.

A BK-60/120 típusú, teljesen tranzisztORIZÁLT rendszer szimmetrikus papír-, illetve műanyagszigetelésű kábeleken, négyhuzalos üzemmódban 60, illetve 120, a CCITT ajánlásának megfelelő minőségű távbeszélő csatorna átvitelét teszi lehetővé a 12—252, illetve 12—552 kHz frekvenciasávban. A két átviteli irány érpárai külön kábelben vannak.

A rendszer alkalmas gerincvonalakon nagytávolságú összeköttetések létesítéséhez max. 2000 km-es hangfrekvenciás végződések közötti adó-vevő szakasz hosszal, de ugyanakkor a minőségi paraméterek (zaj, fázisfutás, stabilitás stb.) a CCITT 2500 km-es elméleti referencia áramkörének felel meg.

A rendszer felhasználható nagy csatornaszámú (pl. BK-300—960 típusú) állomásokhoz 60—120 csatornás nyálábok behozatalára a leágazó vonalakról. Ezen feladatok ellátásánál a primer alaps csoport és a szekunder alaps csoport szinteken való tranzitálás alkalmazható.

A rendszer vonali szakasza föld alatt elhelyezhető, távtáplált és távfelügyelt erősítőkkel van ellátva.

A 60/120-csatornás rendszer fő jellemzői

A BK-60/120 rendszer megfelel a következő CCITT ajánlásoknak: G. 213, 222-225, 232, 241, 321 (Scheme 2, 2 bis, 3 és 3 bis), 325 (B. 2. változat) (lásd az 1. ábrán).

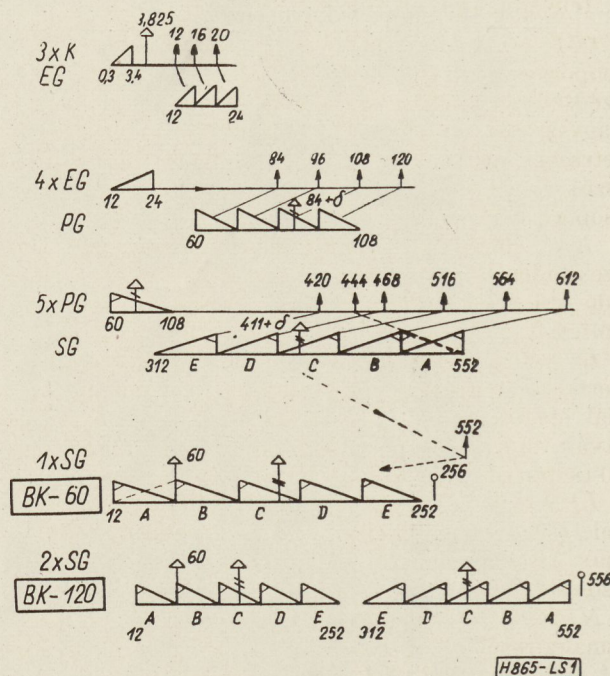
A beszédcsatornákhoz beépített, a távválasztó impulzusok átvitelére alkalmas jelzésátvivő csatornák tartoznak, melyek beszédsávon belüli vagy kívüli típusok lehetnek. A 2/4-huzalos végződő egységek el vannak látva hívás (egyen vagy váltóáram) átemelésére szolgáló jelfogókészlettel. A jelzésátvivő csatorna a telefonközpontokhoz többféle (pl. 2- és 4-huzalos) üzemmóddal csatlakoztatható (E-M-vezetékek).

Minden 12-csatornás primercsoport és 60-csatornás szekundercsoport szintjét a CCITT szerinti pilotjel állandóan és automatikusan szabályozza.

Áramkörileg a rendszer a CCITT ajánlásainak megfelelő csoportokból épül fel. Négy 3-csatornás előcsoport alkotja az alaps csoportot.

A modulációs frekvenciaterv és a vonali frekvenciasávok az 1. ábrán láthatók.

Az erősítő szakaszok a CCITT „kiserősítésű” rendszerének megfelelően 4,1 N csillapítást hidalnak át. Az adási szint a vonalerősítők kimenetén csatornánként —1,6 Nr.



1. ábra. BK-60/120 rendszer modulációs tervezés vonali frekvenciasávja (K csatorna, EG előcsoport, PG primercsoport, SG szekundercsoport)

A mechanikai konstrukció alapja az átviteltechnikai gyártmánycsalád egységes szekrényes-fiókos konstrukciója, amelyben a nyomtatott áramkört lapok és a nagy megbízhatóságú alkatrészek szabványos fiókokban nyernek elhelyezést. A fiókokat biztos kontaktust adó és az ellenőrző méréseket is megkönnyítő csatlakozó dugaszok kötik össze a mellő oldalán a szekrénykábelezéssel.

A távtáplált, több rendszerre kiépített erősítőállomás hermetikusan zárt acéltartályban van, mely földalatti aknában vagy bunkerben helyezhető el.

A tápáramellátás a vég- és felügyeleti erősítőállomásokon hálózatból vagy szabályzott $-21,2$ V-os és szabályozatlan -24 V-os telepből történhet.

A távtáplálás a fantomáramkörökön stabilizált egyenárammal történik; az állomások sorban vannak kapcsolva. Hat-hat erősítőállomást lehet távtáplálni a felügyelő, távtápláló állomásról mindkét irányban. A felügyeleti és távtáplálási szakasz hossza — a kábeltől függően — kb. 150 km.

A rendszer állomásainak összetétele

VBK-60/120 típ. végállomás:

- csatorna-modem szekrény (CMS-60)
- kombinált-modem szekrény (KMS-60/120)
- vivőellátó szekrény (GVS-60/120)
- kábelvégződő szekrény (KZS-12/120)
- távkiszolgáló szekrény (SzTS-12/120)

FBK-60/120 típ. vonalerősítő állomás (felügyelet):

- vonalerősítő szekrény (LES-60/120)
- kábelvégződő szekrény (KZS-12/120)
- távkiszolgáló szekrény (SzTS-12/120)

NBK-60/120 típ. erősítőállomás (távfelügyelt):

- átviteli irányonként egy-egy földalatti erősítő tartályban elhelyezve.

A rendszer szekrénytípusai

CMS-60 csatorna-modem szekrény: csatorna- és előcsoport-modem fokozatok, beépített, univerzális (beszédsávon belüli vagy kívüli, továbbá kis- vagy nagyszintű) jelzésátvivő csatornák, csoport-pilotreteszelő automatika, vivőellátás vagy vivőerősítők (szükség szerint). Kiépítés: 60 csatorna, azaz 5 alapszoport.

KMS-60/120 kombinált-modem-szekrény: primer és szekundercsoport modem és pilotszabályzó fokozatok, adó és vevő vonalerősítők, kábelkiegyenlítő. Kiépítés: két 60-csatornás, vagy egy 120-csatornás.

GVS-60/120 vivőellátó-szekrény: csatorna-, előcsoport-, primercsoport-vivők, valamint a pilotfrekvenciák előállítása; két készlettel (üzemi és automatikus átváltó tartalék); vezérlő-szekrény elv miatt húsz 60-csatornás végállomást tud ellátni egy szekrény.

LES-60/120 felügyeleti vonal erősítő szekrény: vonalerősítők, vonalpilot figyelő berendezés. Kiépítés: max. 16 rendszer mindkét irányú erősítése (60- vagy 120-csatornás, rendelés szerint).

NBK-60/120 felügyeletlen, távtáplált erősítő tartály: vonalerősítők, kiegyenlítők, automatikus hőmérséklet kiegyenlítők, szolgálati csatorna-erősítők, túlfeszültség és hosszanti feszültség elleni védelem, távtápláló áramkör, távriasztó és távellenőrző áram-

körök. Kiépítés: 4 érnégyes (8 rendszer; átviteli irányonként, azaz kábelenként külön berendezés).

KZS-12/120 kábelvégződő szekrény: kábelfejek, törzs és fantom vonaltranszformátorok, túlfeszültség védelem, stabilizált áramú távtápláló áramforrások. Kiépítés:

a) két kábelfej (egyenként 12 érnégyes távtáplálás nélkül vagy 7 érnégyes távtáplálással),

b) négy kábelfej (egyenként 4 érnégyes távtáplálással).

SzTS-12/120 szolgálati csatorna és távfelügyelő szekrény: szakasz- és állomásszolgálati csatorna, távriasztás vevő és távellenőrző adó-vevő berendezések. Kiépítés: 4 teljes készlet (4 átviteli irány számára), egyenként két 4 érnégyeses kábelhez (8 rendszerhez).

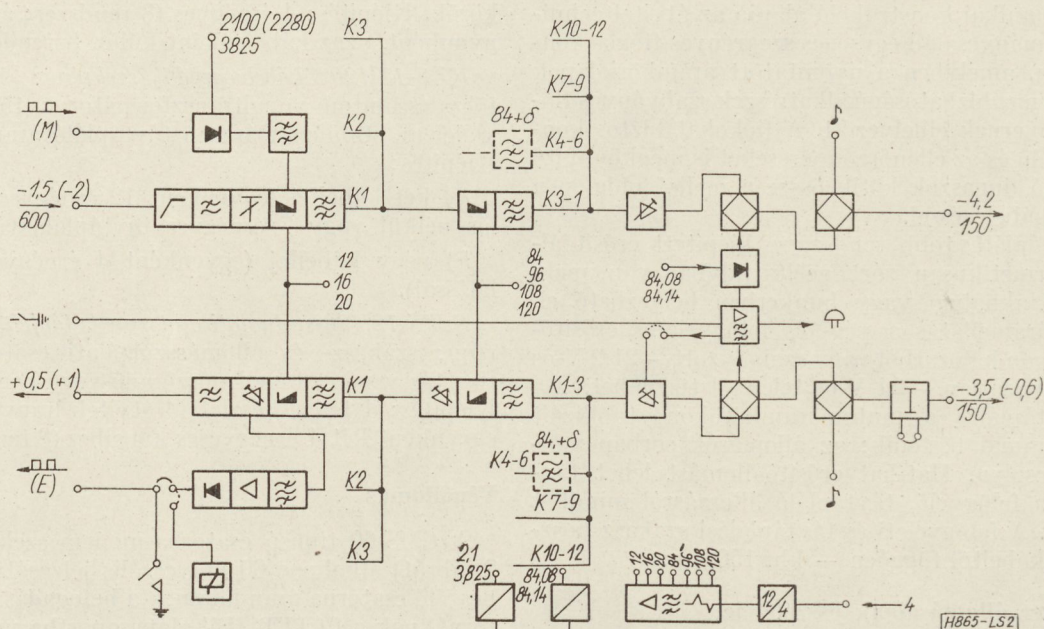
Végállomás

A CMS-60 típusú csatorna-modem szekrény (lásd 2. ábrát) alkalmas 60 univerzális jelzésátviteli távbeszélő csatorna áramkörének a befogadására. A csatornának a CCITT „B” alapszoportba való transzponálása előcsoport modulációs rendszerű. A szekrény tartalmazza az öt alapszoport kialakításához szükséges áramkörön kívül mindazokat az áramköröket, amelyek a vivő- és jelzőáramellátást, továbbá a tápáramellátást biztosítják. A vivőáram ellátást külső frekvenciákkal táplált erősítők végzik. Van azonban olyan változat is, amelynél a vivőellátás a szekrényben lehetséges és csak egyetlen (pl. 12 kHz-es, vagy 4 kHz-es) külső vezérlő frekvenciát igényel. Minden alapszoport tartalmazza a csoportpilot jel adására és vételére szolgáló áramköröket. A csoportpilot frekvenciája 84,08 vagy 84,14 kHz. A pilotjel szintszabályozást végez és működteti a pilotzár áramkört, melynek feladata mindazon csatornák kivonása a forgalomból, amelyekben a szint változása a megengedett határt túllépi. A szekrényben figyelem, szintadó és vevő műszer, továbbá tápegység is van.

A csatornák alkalmasak mind a sávon belüli, mind a sávon kívüli jelzésátvitelre, előbbi esetben 2100 vagy 2280 Hz, utóbbi esetben 3825 Hz frekvenciával. Sávonkívüli üzemmódban a jelzés lehet kis-szintű (-2 NmO) vagy nagyszintű ($-0,7$ NmO). A csatornák maradécsillapításának frekvencia menete új szűrők alkalmazásával egyenletesebb és jobb átvitelt biztosít, mint az eddigi megoldásainknál volt. Az adóágban és a vevőágban alkalmazott aluláteresztő szűrők a zavarmentes jelzésátvitelt és a selektív zavaroktól mentes beszédátvitelt teszik lehetővé. A csatornák 4-huzalos adási szintje $-1,5$ Nr vagy -2 Nr, 4-huzalos vételi szintje $+0,5$ Nr $\pm 0,5$ N vagy $+1$ Nr $\pm 0,3$ N.

A csatornák 4-huzalos adási ágában limiter van, melyet ki lehet iktatni.

A végállomás további részének egyesített tömbvázlatán (3. ábrán) látható az alap primercsoportok áttevésének módja a vonali frekvenciasávba. Az öt alapszoportot a CMS-60 szekrényből vezetjük át a KMS-60/120 kombinált modem szekrénybe a fel-tüntetett csatlakozási szintekkel. A beérkező 60-108 kHz-es primercsoportokat szekundercsoportokká ala-



2. ábra. CMS-60 csatorna-modem-szekrény tömbvázlata

kijtja át a berendezés a feltüntetett modem-fokozatok segítségével. A 312–552 kHz-es alap szekunder csoport a szokásos módon tranzitálásra is alkalmas, minthogy a szekrényből kívánságra kivezethető. A szekrényben előállított két szekundercsoportból két független 60-csatornás rendszert üzemeltethetünk, mely esetben a vonalszakaszhoz tartozó adó- és vevőerősítőket kétszer helyezzük el a szekrényben, vagy pedig összevonjuk őket egyetlen 120-csatornás rendszerre, mely utóbbi esetben az egyik megmarad modulálatlanul az eredeti frekvenciafekvésben.

A szekrényben tehát két 60- vagy egy 120-csatornás kiépítés helyezhető el. Mint a tömbvázlaton látható, a kiépítés a primercsoport-modem fokozatból, továbbá a rendszer-modem (szekundercsoport-modem) fokozatból áll, kiegészítve a vonali adó- és vevő erősítőkkal (utóbbihoz csatolva a kábel csillapítás-függő karakterisztikájának a kiegyenlítését biztosító korrektorokat), továbbá a primer- és szekundercsoport pilot áramkörökkel.

A vonalkorrektorok alkalmasak a kábel típusától és az állomást megelőző utolsó erősítőszakasz tényleges hosszától függő átviteli karakterisztika kiegyenlítésére, továbbá az összekötöttetben felgyülemlett nem szisztematikus csillapítás-torzítások finom kiegyenlítésére (magisztrális korrektorral).

A pilot-automatikát egyetlen központi pilotvevő működteti, mely mindkét fajta csoportpilot vételére alkalmas és amelyet egy vezérlő áramkör egymás után rákapcsol a primer- és szekundercsoportok veteli oldali kimenetére. Ily módon állandó ellenőrzés alatt áll valamennyi csoport szintje. Mind a primer-, mind a szekundercsoportokban önműködő szintszabályzó erősítők vannak, amiket az említett pilotvevő és szintkiértékelő áramkör vezérel, aminek következtében nagy pontossággal biztosítva van a tranzit pontokon az előírt értékű szint. Túl nagy szinteltérés esetén riasztás keletkezik és a szabályzás leáll, nehogy túlszabályzás következzen be. A szabály-

zási tartomány megfelel a CCITT ajánlásának. A primer- és szekundercsoport pilot, továbbá a 60 kHz-es ellenőrző vonalpilot jelek betáplálása a tömbvázlaton fel van tüntetve. A pilotok zavarmentességét megfelelő kristály sávzároszűrők biztosítják. A 60 kHz-es vonalpilot vételéről külön pilotvevő gondoskodik, mely a megengedettnél nagyobb szinteltérés esetén riasztást ad.

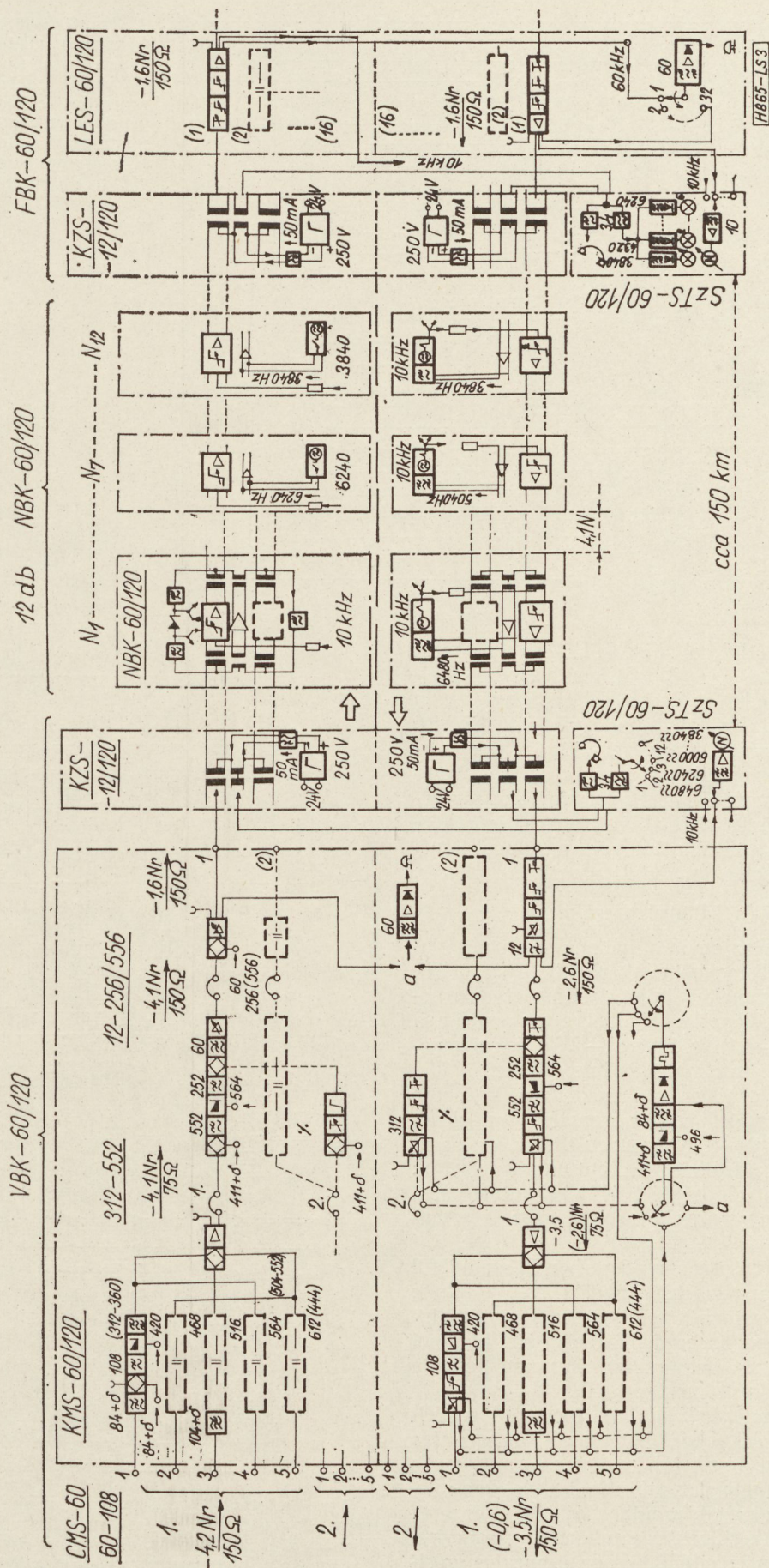
A szekrényben a vivő és pilot frekvenciák stabilizálására szolgáló erősítők is vannak.

A frekvenciák szintetizálása a GVS-60/120 típusú vivőellátó szekrényben történik.

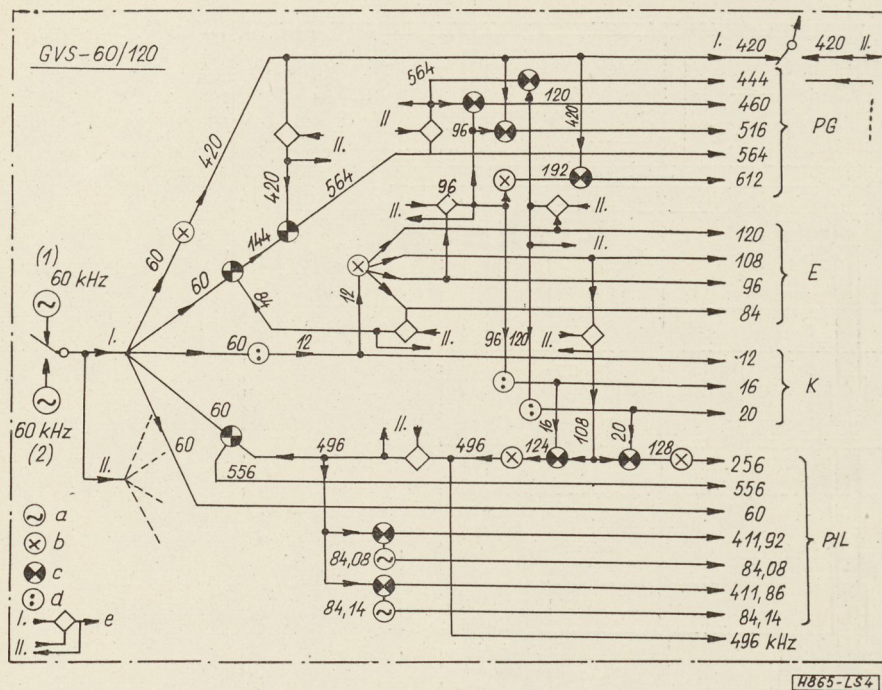
Ezen frekvenciavezérlő szekrény két komplett vívőellátó készletet tartalmaz, amelyek egymásnak tartalékai. Az átváltás e két rendszer között frekvenciánként külön gyorsátváltó egységgel történik. Az így elért nagyfokú üzembiztonságot tovább növeli az a tény, hogy — amint az elvi vázlaton (4. ábra) látható — a kristályvezérlésű alaposzcillátorból szintén két példány van, automatikus átváltással, de közösen a két vívőellátás készlethez. Ezen az elvi diagrammon követhetjük az egyes frekvenciák előállításának, szintetizálásának módját is. Annak elkerülésére, hogy tartalékra való átkapcsolás esetében feleslegesen meg ne induljon egy sorozatos átváltási láncfolyamat, mindazon frekvenciáknál, melyek a szintetizálásban alapfrekvenciaként vannak felhasználva az I. és II. készlet kimenő pontjait összegező- és hibridtranszformátoron keresztül összekapcsoltuk. Így megszakítás mentesen biztosítottuk ezen alapvető frekvenciák folyamatos ellátását. A vívőfrekvenciák teljesítményerősítése, szintszabályozása és szétosztása már a felhasználás helyén, tehát a CMS-60/120 és a KMS-60/120 szekrényekben történik. Ez voltaképpen a „vezérlő-rendszer” elvi lényege.

Felügyeleti erősítőállomás

Az FBK-60/120 típusú felügyeletes erősítőszer-
vényben 32 erősítő rendszer építhető ki, tehát alkal-



3. ábra. A rendszer egyszerűsített tömbvázlata



4. ábra. GVS-60/120 vivő- és pilot-frekvencia ellátó rendszer frekvencia szintézise (a oszcillátor, b frekvencia sokszorozóharmonikus generátor, c modulátor, d frekvencia osztó, e összegező és hibrid transzformátor, PIL pilotok, K csatorna vivők, E előcsoport vivők, PG primercsoport vivők)

mas max. 16 kétirányú összeköttetés ellátására. Egy-egy rendszerbe a végállomáshoz hasonló kábelkiegénylítő és vonalerősítő egységek tartoznak. A 60 kHz-es vonalpilot levétele mindegyik vonalerősítő kimeneténél lehetséges. A pilotvevő közös és egy lépéttető automatika kapcsolja azt egymás után a 32 erősítő kimenetére. Az így leért pilotszintek segítségével állandó ellenőrzés alatt áll valamennyi összeköttetés. A névleges pilotszinttől való megengedettnél nagyobb eltérés esetén önműködő riasztás keletkezik.

Vonalterv, erősítő és felügyeleti szakasz

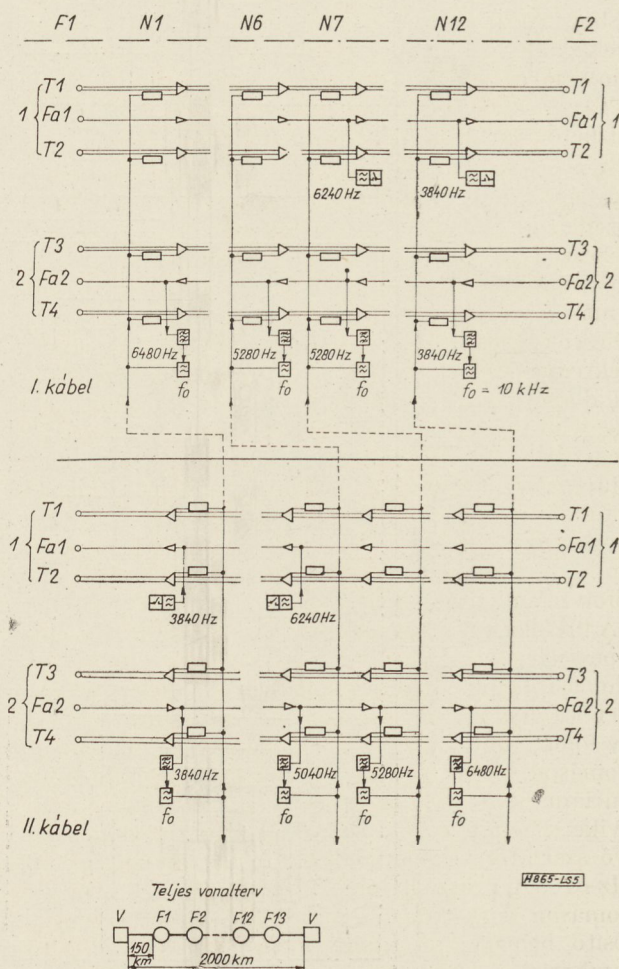
A vonalszakasz az egyik végállomáson a végállomási adóerősítő bemeneténél kezdődik és a másik végállomás vevő vonalerősítőjének kimeneténél végződik. A vonalszakasz kezdő, illetve végpontján a szint névértéke $-4,1$ Nr, illetve $-2,6$ Nr, az impedancia 150Ω , az áramkör földszimmetrikus.

A végállomások adóerősítőjének és a közbeeső állomások vonalerősítőjének kimenetén a névleges szint csatornánként $-1,6$ Nr; az erősítő szakasz csillapítása a legnagyobb átvitt frekvencián mérve $4,1$ N. Utóbbi adat — a mindekorai kábel csillapítási paraméterétől függően — szabja meg az erősítők távolságát.

Például, a 60-csatornás rendszerhez használt $1,2$ mm átmérőjű papír-kordell kábel 252 kHz-nél, valamint a 120 -csatornás rendszerhez használt $1,3$ mm átmérőjű styroflex-kordell kábel 552 kHz-nél egyaránt kb. 350 mN/km a csillapítás s ezzel kerekén $11,5$ km hosszú erősítőmező adódik.

Az erősítőberendezések három típusa áll rendelkezésre: végállomási erősítő berendezés, felügyelet és felügyelet nélküli erősítőberendezés. Az általános vonaltervet a tömbvázlat mutatja be (5. ábra).

A szolgálati csatornák mindkét kábelben 4-huzalos üzemmódban két-két fantomáramkörből vannak összeállítva, minden erősítőállomáson 4-huzalos erősi-



5. ábra. A távtáplált és távfelügyelt vonal szakasz rendszerterve (V végállomás, F felügyelő állomás, N távfelügyelt állomás, T törzs áramkör, Fa fantom áramkör $f_0 = 10$ kHz folytonosság vizsgáló oszcillátor)

tővel és kiegyenlítővel. Az egyik kábelben kialakított ilyen 4-huzalos csatorna képezi a szakasz szolgálati áramkört, mely a felügyelő és felügyelt állomások közötti beszélgetést teszi lehetővé, a másik kábelben a 4-huzalos (állomásslolgálati) csatorna biztosítja a két szomszédos felügyeletes állomás közötti beszédkapcsolatot. A vég- és felügyelő erősítőállomásokon elhelyezett szolgálati és távkiszolgáló berendezés tartalmazza ezen csatornák távbeszélő készülékeit.

A kábel kiegyenlítését beállítható fix és magisztrális korrektorokkal lehet elvégezni az állomásokon. A hőfokfüggő csillapítástorzítást a távtáplált földalatti állomásokon automatikusan kiegyenlíti a talajhőfokot érzékelő termisztoros korrektor, melynek szabályozási tartománya kb. $\pm 0,15$ N.

A távtáplálás egyenáramú rendszerű. Minden értegyes vonaltranszformátorának fantom (közép) pontjára csatlakozik a stabilizált tápáramforrás. Az áramerősség max. 50 mA és szűk határok között stabilizált; a kapocsfeszültség a távtáplált szakasz hosszától és kábelerek ellenállásától függ. Maximum hat-hat erősítőszakasz táplálható a felügyeleti szakasz mindkét oldaláról, amihez a szokásos kábeleknél 250 V feszültség elegendő. Az áramforrás középpontja kívánság szerint földelhető. Az állomásonként beiktatott szűrőtagok az erősáramú befolyásolásból keletkező hosszanti feszültség levezetésére szolgálnak, az alkalmazott túlfeszültség levezető (vilámvédő) és diódák biztosítják a berendezés védemét.

Távriasztás és távfelügyelet segítségével ellenőrizhetők, a földalatti erősítőállomások.

A távriasztó rendszer mindegyik állomáson tartalmaz egy-egy — az állomásra jellemző frekvenciájú — oszcillátort, amely a szolgálati csatornán keresztül a beszédcsáv fölött állandóan küldi a folyamatos üzemi jelzést. A 12 állomás közül hat az egyik, hat a másik irányba adja az üzemi jelzést. A jelzést a felügyelő vég- vagy erősítő-állomáson a távfelügyelő szekrényben elhelyezett szelektív vevők figyelik. Üzemi állapotban a jel állandó, riasztás esetén pedig kétféle jel-állapot lehet: a) sürgős riasztást jelez a jel megszűnése, ami a földalatti állomás fedelének vagy ajtajának kinyitásakor, továbbá magának a riasztó áramkörnek a meghibásodásakor állhat elő; b) nem sürgős riasztást a jelző frekvencia modulálása jelez, ami a tartály belső túlnyomásának csökkenésére, a hőfok túlzott felemelkedésére és vízbetöréskor áll elő.

A távfelügyelet feladata a távtáplált erősítők üzemi képességének az ellenőrzése. E célból a felügyelő állomásról egymás után különböző frekvenciájú hívó jelet küldhetünk ki a szolgálati csatornán a beszédcsáv fölött, amely jelet az illető frekvenciához rendelt állomáson szelektív vevő észleli. Tizenkét féle frekvenciájú hívó jel van, tehát a 12 állomás mindegyike számára más frekvenciájú. Ha az állomáson levő szelektív vevő hívójelet kap, bekapcsol egy 10 kHz-es helyi oszcillátort. Ennek jele az azon az állomáson levő valamennyi 60/120-csatornás vonal-erősítő bemenetére rájut olyan csatlósímentesítő áramkörökön keresztül, melyek az erősítők közötti áthallást megakadályozzák. A hibátlan vonalerősítők helyes szinttel viszik át ezt a 10 kHz-es „folyamatos vizsgálgó jelet”. A felügyelő állomáson az erre

a célra szolgáló szelektív szintmérővel ellenőrizni lehet ezen jel szintjét. Ily módon be lehet határolni a hibás erősítőt.

A távtápláló egyenáram esetleges megszakadásának a helye is meghatározható a távból azáltal, hogy az állomásokon ilyenkor önműködően képződő hurok egyenáramú ellenállását megmérjük.

Főbb műszaki adatok

CMS-60 csatorna modem-szekrény

A beszédcsatorna jellemzői	
frekvenciasáv	0,3—3,4 kHz
csatlakozási szint (4-huzalos)	adás —1,5 vagy —2 Nr vétel +0,5 vagy +1 Nr 600 Ω (reflexió <10%) CCITT, Kék Könyv III. G. 232 ajánlás
impedancia	$\leq 1,5\%$
átviteli karakterisztika	≤ 60 pWOp
harmonikus torzítás	
alapzaj	≤ 200 pWOp
terhelt zaj (11 csatorna normálisan terhelve)	$\geq 8,5$ N
érthető áthallási csillapítás	
ua. saját csatorna adás és vétel között	6,2 N
Jelzésátvitel (frekvencia és szint)	
sávon belüli	2100 Hz; —0,7 NmO
sávon kívüli	3825 Hz; —0,7 NmO
impulzustorzítás	5 ms
A primercsoport tranzit frekvenciasáv	60—108 kHz
csatlakozási szintek	adás —4,2 (—4,5) Nr vétel —3,5 (—0,6) Nr 150 Ω szimmetrikus
impedancia	
Primer csoport pilot frekvencia	84,14 vagy 84,08 kHz
szint	—2,8 vagy —2,3 NmO
Automatikus szintszabályozás tartománya	&0,4 N
Kiépítés	60-csat. (5 primer csoport)

KMS-60/120 kombinált modem szekrény

A vonal oldal	
frekvenciasáv	12—260/560 kHz
adási szint	—1,6 Nr
impedancia	150 Ω szimmetrikus
A primercsoport tranzit frekvenciasáv	60—108 kHz
csatlakozási szintek	adás —4,2 (—4,5) vétel —3,5 (—0,6) Nr 150 Ω szimmetrikus
impedancia	
A szekundercsoport tranzit frekvenciasáv	312—552 kHz
csatlakozási szintek (adás és vétel)	—4,1 és —3,5 Nr
impedancia	75 Ω aszimmetrikus
A pilotok adatai (frekvencia és szint)	
vonalpilot	60 kHz; —1,73 NmO
primercsoport pilot	lásd a CMS-60/120 szekrény adatainál
szekundercsoport pilot	411,86 és/vagy 411,92 kHz —2,9 illetve —2,3 NmO $\pm 0,4$ N
aut. szintszabályzás	
Átviteli minőség	
amplitúdó frekvencia karakterisztika	$\pm 0,05$ N-en belül
érthető áthalláscsillapítás	≥ 9 N
a primercsoportok között túlterhelési határ:	$\geq +3,2$ NmO
terhelt zaj (pro csatorna)	≥ 80 pWOp
Kiépítés	2 $\times$ 60 vagy 1 $\times$ 120-csatorna

GVS-60/120 vivőellátó szekrény

Előállított frekvenciák	lásd a 4. ábrán
Kimenőjelek	
feszültség szintje	+2 N
teljesítménye	kb. 250 mW

Alaposcillátor frekvenciája	60 kHz
a frekvencia stabilitása	$\leq 1 \cdot 10^{-6}/\text{hó}$
Pilotoscillátorok frekvenciája	84,14 és 84,08 kHz
a frekvenciák stabilitása	$< 2 \cdot 10^{-6}/\text{hó}$
Kiépítés	2 készlet, automatikus átváltással

LES-60/120 erősítő szekrény

Erősítő adatai megegyeznek az NBK-60/120 adataival
Kiépítés: 16 rendszer (32 erősítő)

NBK-60/120 távtáplált, távfelügyelt erősítő berendezés

Erősítő	
frekvenciasáv	60-csatornás 12—260 kHz
	120-csatornás 12—560 kHz
adási szint	—1,6 Nr
max. erősítés	4,1 N
felhangscsillapítások:	$a_{k2} \geq 9,4 \text{ N}$
	$a_{k3} \geq 11,6 \text{ N}$
impedancia	170 Ω
Szolgálati csatorna erősítő	
Frekvenciasáv	0,3—6,5 kHz
adási szint	—0,5 Nr
max. erősítés	2 N
impedancia áttétel	600/110 Ω
Távriasztás	
frekvenciák	3840—6240 Hz
	(480 Hz-es lépésekben 6 frekv.)
jelszint	—2,4 NmO
Távellenőrzés	
hívó frekvenciák	3840—6480 Hz
	(240 Hz-es lépésekben 12 frekv.)
hívó jelszint	+0,5 NmO
folytonossági jel	
frekvenciája	10 kHz
szintje	—1,73 NmO
Távtáplált állomáson	
a tápfeszültség	20 V
a tápáram erőssége	50 mA $\pm$ 3%
Tartály kiépítése	max. 8 erősítő

KZS-12/120 kábelvégződő és távtápláló szekrény

Vonaltranszformátorok	
frekvenciasáv	60-csatornás 6—260 kHz
	120-csatornás 6—560 kHz

impedancia áttétel	150 Ω -ról a kábel típusnak megfelelően, rendelés szerint
reflexió csillapítás	
— a 6—12 kHz sávban	$\geq 2,3 \text{ N}$
— a 12—560 kHz sávban	$\geq 3 \text{ N}$
Az áthalláscsillapítás a	
rendszerek között	$\geq 11,5 \text{ N}$

Távtápláló egységek	
primer feszültség	24 V $\pm$ 10%
kiadott kapocs feszültség	40—240 V
kiadott stabilizált egyenáram:	50 mA

Kiépítés:	2 db 12×4-es kábelfej vagy
	4 db 4×4-es kábelfej,
	max. 8 db távtápláló egység

SzTS-60/120 szolgálati csatorna és távkiszolgáló szekrény

A fantomáramkörön	
átvitt teljes frekvenciasáv	0,3—6,48 kHz
névleges impedancia áttétel	600/110 Ω
Szolgálati csatornák frekvenciasávja és szintje	
szakaszszolgálati	0,3—3,4 kHz
állomásszolgálati	0,3—3,4 kHz
kombinált szolgálati	0,3—2,4 kHz
vonali adási szint	—0,5 Nr
vonali vételi szint	min. —2,4 Nr
hangszóró teljesítmény	kb. 0,25 W
jelzőcsatorna frekvenciája	2100 Hz
jelzőcsatorna szintje	—0,5 NmO

Távriasztó csatorna és távellenőrzés adatait lásd az NBK-60/120 berendezésnél

Kiépítés	4 kábelirány
----------	--------------

Általános adatok

Tápáramellátás	
tápfeszültség	110/127/220 V + 10 ÷ —20%
vagy	—21,2 V $\pm$ 3%
vagy	—24 V + 20 ÷ —10%
Klíma adatok	+10 ÷ +40 °C; 85% relatív légnedvesség +20 °C-nál; az NBK-12 tartállynál az alsó hőmérséklet határ —10 °C

Tartalmi összefoglalások

ETO 621.318.57:621.382.3:669.78.2

Kocsis M.:

Szilícium planáris epitaxiális kapcsoló tranzisztorok

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 8. sz.

A cikk a szilícium planáris epitaxiális tranzisztorok kapcsolóüzemi működésével, a kapcsolási idők számításával és néhány fontos alkalmazási problémával foglalkozik. Részletesen tárgyalja a töltéstárolás fizikai sajátosságait és összehasonlítja az ötvöztött, drift és planáris tranzisztorokat. Az optimális, nagysebességű működés beállítása csakis a töltéstárolási időállandó áram- és feszültségfüggésének ismeretében oldható meg. A cikk ismerteti, hogyan érhetjük el a leggyorsabb működést. A planáris epitaxiális tranzisztorokra maximálisan megengedett emitterbázis zárfeszültség alacsony. Az asztal és monostabil multivibrátorokban ez általában problémát jelent. A cikk néhány áramkört ismertet ezek megoldására.

ETO 621.317.351:621.382.012

Henk K.:

Félvezetők áram-feszültség jelleggörbéjének vizsgálata nagy térerősségnél

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 8. sz.

A különböző félvezető anyagok oszcillációs mechanizmusainak rövid irodalmi áttekintése után a cikk néhány mérés technikai problémát ismerteti, amely a félvezetők áramfeszültség karakterisztikájának mérésekor merülhet fel. Minthogy az oszcilláció általában nagy térerősségnél indul meg, a működés és így a vizsgálat is csak impulzus üzemmódban lehetséges. A jelleggörbe vizsgálatához változtatható szélességű, ismétlődésű frekvenciájú és lineáris felütású fűrészfog impulzus használata látszik a legalkalmasabbnak. Az oszcilloszkópernyőre felrajzolt jelleggörbe értékelésénél igen körültekintően kell

Обобщения

ДК 621.318.57:621.382.3:669.78.2

М. Кочис:

Кремниевые планарные эпитаксиальные транзисторы переключения

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 8.

Излагаются режим переключения, расчёт времени переключения и некоторые проблемы применения кремниевых планарных эпитаксиальных транзисторов. Подробно трактуются физические свойства склада зарядов и сравниваются сплавляемые, дрейфовые и планарные транзисторы. Регулировка оптимального режима высокой скорости может быть осуществлена только если зависимости постоянной времени от тока и напряжения известны. Дан метод достижения самой скорой работы. Напряжение допустимое между эмиттером и базой планарных эпитаксиальных транзисторов низко. Это является проблемой в астабильных и моностабильных мультивибраторах. Даны некоторые цепи для решения этих проблем.

ДК 621.317.351:621.382.012

К. Хенк:

Испытание характеристики напряжения-тока полупроводниковых приборов при высоких напряжённостях

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 8.

После краткого обзора литературы по механизму колебаний различных полупроводниковых материалов излагаются некоторые проблемы измерительной техники, возникающие при измерении характеристики напряжения-тока полупроводниковых приборов. Так как колебания появляются вообще при высоких напряжённостях, работа и также испытания возможны только при импульсном режиме. Для испытания пилообразный импульс с изменяемой шириной, частотой повторения и хорошей линейностью является самым пригодным. Оценка характеристики на экране осциллографа должна быть проведена с осмотрительностью. С целью поясне-

eljárni. A viszonyok tisztázására — és sok más effektus kimutatására — igen alkalmas módszer a mérés megismétlése különböző rajzolás idő és ismétlődési frekvencia megválasztásával. A cikk a továbbiakban részletesen ismerteti az Intézetben készített és használt berendezést és az azzal felvett néhány jellegzetes karakterisztikát.

ETO 621.385.551:621.397.62

Tordai T.:

Sugártettródák árameloszlásának vizsgálata

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 8. sz.

A TV-vevőkészülékek végtértírfokozatában olyan sugártettródákat kell alkalmazni, amelyek viszonylag alacsony anódfeszültség és segédáram mellett magas anódcúscsáramot szolgáltatnak. A csövek alkalmazhatóságának megítélésére a szerző az anódáram és a segédáram hányadosát az anódáram függvényében ábrázolja, ami módot ad a csőkonstrukció és az árameloszlás közti összefüggés tanulmányozására.

ETO 621.3.032.14:661.685

Dr. Tomaschek Z.:

Intermetallikus szilicidek getterhatása

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 8. sz.

A cikk különböző, az elektroncsőgyártásban használatos tiszta fémek és szilicidek gázlekötté képességének vizsgálatával foglalkozik. A meghatározott szemcsenagyságban és rétegvastagságban különböző hordozóra felvitt porok gázelnyelését változó nyomáson, különböző hőmérsékleten, a szivattyúzási atmoszférában előforduló fontosabb gázokra quantitative jellemzi.

ETO 621.395.44:621.395.724

Lajkó S.:

60/120-esatornás szimmetrikus kábeles vivőáramú távbeszélő rendszer

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 9. sz.

A szerző a budapesti Telefongyárban kifejlesztett és gyártott rendszert ismerteti. Bemutatja a végállomást, valamint a különböző típusú erősítő állomásokat, ezek fő üzemmódjait. A dolgozat tartalmazza az egyes berendezéstípusok fő műszaki paramétereit.

Zusammenfassung

DK 621.318.57:621.382.3:669.782

M. Kocsis:

Szilícium-, planare-epitaxiale Schalttransistoren

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 8.

In dem Artikel werden die Betriebsfunktionierung der planaren — epitaxialen Silizium — Schalttransistoren, die Berechnungen der Schaltzeiten und einige wichtige Anwendungsprobleme behandelt, die physikalischen Eigenschaften der Speicher der Ladungen eingehend diskutiert und die legierten Drift- und planaren Transistoren verglichen. Die Einstellung der Funktion mit optimaler hoher Geschwindigkeit kann nur in Kenntniss der Strom- und Spannungsfunktion des Zeitkonstanten der Ladungsspeicherung gelöst werden. In dem Artikel wird erörtert, wie man den schnellsten Betrieb erreichen kann. Die für die planaren, epitaxialen Transistoren zulässige maximale Emittierbasissperrspannung ist niedrig. Das bedeutet bei den astabilen und monostabilen Multivibratoren im Allgemeinen ein Problem. In dem Artikel werden einige Stromkreise zur Lösung dieser Probleme erörtert.

DK 621.317.351:621.382.012

K. Henk:

Prüfung der Strom-Spannungscharakteristik der Halbleiter bei hoher Feldstärke

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 8.

Nach einem kurzen literarischen Überblick des Oszillationsmechanismus der verschiedenen Halbleitermaterialien werden in dem Artikel einige messtechnische Probleme, die während der Messung der Strom-Spannungscharakteristiken der Halbleiter vorkommen, erörtert. Da die Oszillation sich im allgemeinen bei hoher Feldstärke einsetzt, ist die Funktion und auch die Prüfung nur in Impulsbetriebsart möglich. Zur Prüfung der Charakteristik scheint die Anwendung eines Sägezahnimpulses mit veränderbarer Breite und Wiederholungsfrequenz und linearem Anlauf die günstigste zu sein. Bei der Bewertung der Charakteristik, welche auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnet ist, muss man sehr umsichtig vorgehen. Zur Klärung der Umstände — und zur Nachweisung vieler anderen Effekte — ist die Wiederholung der Messung mit der Wahl verschiedener Aufzeichnungszeiten und Wiederholungsfrequenzen eine sehr geeignete Methode. Ferner werden die in dem Institut hergestellten und angewandten Einrichtungen und die damit aufgenommenen Charakteristiken eingehend erörtert.

ния условий и показание многих других эффектов является очень пригодным методом повторение измерений выбором различных времен записи и различных частот повторения. Наконец подробно изложено устройство изготовленное в Институте и некоторые характеристики снимаемые этим устройством.

ДК 621.385.551:621.397.62

T. Тордаи:

Испытание распределения тока лучевых тетрод

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 8.

В схеме развертки телевизоров надо применять лучевые тетроды отдающие высокий пиковый ток анода при относительно низком напряжении анода и низким токе экранной сетки. С целью рассуждения ламп автор изображает отношение тока анода и тока экранной сетки в зависимости от тока анода. Это позволяет разбирать взаимодействие между конструкцией ламп и распределением тока.

ДК 621.3.032.14:661.685

Д-р З. Томашек:

Газопоглолительное влияние интерметаллических силицидов

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 8.

Статья излагает испытания по газопоглолительной способности чистых металлов и силицидов применяемых в производстве электронных ламп. Дан количественный обзор по газопоглолительности порошков нанесенных на различные носители с определенной величиной зрен и толщиной слоя, в важнейших газах атмосферы отдачи, при измененных давлениях и различных температурах.

ДК 621.395.44:621.395.724

Ш. Лайко:

60/120 каналная система телефонирования в. ч. на симметричных кабелях

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 8.

Автор излагает систему разработанную на Будапештском Заводе Телефонов. Показывается конечная станция, а усилительные пункты различного типа, их основные режимы. Даны основные технические параметры отдельных типов устройств.

Summaries

UDC 621.318.57:621.382.3:669.782

M. Kocsis:

Silicon Planar Epitaxial Switching Transistors

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 8.

In the paper the operation in actual switching service of the silicon planar epitaxial transistors, the calculation of the switching time and some important problems of application are dealt with. The physical properties of charge storage are discussed in detail and the alloyed, drift and planar transistors are compared. The adjustment of the optimal, high speed functioning can be solved only when knowing the current and voltage dependence of the time constant of the charge storage. The paper presents how the fastest operation can be realized. The allowed maximal emitter-base reverse voltage is low for the planar epitaxial transistors. This is generally a great problem at the astable and monostable multivibrators. For the solution of these problems some circuits are presented in the paper.

UDC 621.317.351:621.382.012

K. Henk:

Examination of the Current-Voltage Characteristics of Semiconductor Devices at High Field Strength

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 8.

After a short literary review of the oscillating mechanism of different semiconductor materials, some problems of measurement techniques are presented in the paper. These problems may occur during the measurement of the current-voltage characteristics of semiconductors. As the oscillation generally starts at a high field strength both the operation and consequently the examination is possible only at pulse service. To the examination of the characteristic curve the use of a saw-tooth pulse having variable width, repetition frequency and linear rise seems to be the most suitable. At the evaluation of the characteristic curve traced on the screen of the oscilloscope, one has to be very careful. To clarify the circumstances — and to show many other effects — the repetition of the measurement by choosing different tracing times and repetition frequency is a very suitable method. The equipment made and used in the Institute and some typical characteristics taken by the same are presented.

DK 621.385.551:621.397.62

T. Tordai:

Stromverteilung in Strömtefodenr

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

In der Ablenkendstufe von Fernsehempfängern hat man Strahl-tetroden zu verwenden, die bei verhältnismässig niedriger Anodenspannung und kleinem Schirmgitterstrom einen hohen Anodenspitzenstrom liefern. Um die Verwendbarkeit der Röhren erleichtern, trägt der Verfasser das Verhältnis Anodenstrom/Schirmgitterstrom als Funktion der Anodenspannung auf. Die Kennlinie erlaubt die Klärung des Zusammenhangs zwischen Röhrenkonstruktion und Stromverteilung.

DK 621.3.032.14:661.685

Dr. Z. Tomaschek:

Gettereffect von intermetallischen Siliziden

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

In dem Artikel wird die Gasabsorptionsfähigkeit von verschiedenen Reinformen und Siliziden, die in der Elektronenröhrenfabrikation angewendet werden, geprüft. Die Gasabsorption der auf verschiedenen Träger heraufgebrachten Pulver von bestimmter Korngrösse und Schichtdicke werden bei veränderten Drücken und verschiedenen Temperaturen für wichtigere Gase, die in der Pumpatmosphäre vorkommen, quantitativ charakterisiert.

DK 621.395.44:621.395.724

S. Lajkó:

T.f-Fernsprechsystem für symmetrische Kabel mit 60/120 Kanälen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

Das von dem Verfasser erörterte System wurde in dem Telefongyár, Budapest entwickelt und hergestellt. Das Endamt und die verschiedenen Verstärkerämter und deren Hauptbetriebsmethoden werden geschildert. Der Aufsatz enthält die wichtigsten technischen Parameter der einzelnen Einrichtungen.

UDC 621.385.551:621.397.62

T. Tordai:

Current Distribution in Beam tetrodes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

The beam power tetrodes applied in the sweep circuits of TV-receivers have to furnish a relatively high peak anode current at reduced anode voltage and low screen grid current. To judge the applicability of the electron tubes the author plots the quotient anode current/screen grid current as a function of anode voltage, permitting the investigation of the interdependence between valve construction and current distribution.

UDC 621.3.032.14:661.685

Dr. Z. Tomaschek:

Getter Effect of Intermetallie Silicides

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

The paper deals with the tests of the gas absorbing ability of different pure metals and silicides used in the manufacture of electronic tubes. For the gases of importance occurring in the pumping atmosphere it characterises quantitatively the gas absorption of powders with determined grain size and layer thickness applied on different substrates at variable pressures and different temperatures.

UDC 621.395.44:621.395.724

S. Lajkó:

60/120 Channel Balanced Carrier-on-Cable Telephone System

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

The system presented by the author was developed and carried out in the Telefongyár, Budapest. The terminal and the repeater of different types and their principal facilities are described. The technical parameters of certain installation types are illustrated in the paper.

Résumés

CDU 621.318.57:621.382.3:669.782

M. Kocsis:

Transistors de commutation planaires épitaxiaux de silicium

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

L'article traite le fonctionnement des transistors planaires, épitaxiaux de silicium en service de commutation, et puis quelques problèmes importants d'utilisation. Les propriétés physiques de l'accumulation des charges sont discutées en détail et les transistors alliés, transistors à champ interne et planaires sont comparés. Le réglage du fonctionnement optimal et de haute vitesse peut être résolu seulement en connaissance de la dépendance du courant et de la tension du coefficient de temps de l'accumulation des charges. Les conditions du plus vite fonctionnement sont exposées. La tension de blocage permise entre émetteur-base est basse pour transistors planaires épitaxiaux. Ce fait cause en général des problèmes aux multivibrateurs astables et monostables. Quelques circuits sont présentés pour la résolution de ceux-ci.

CDU 621.317.351:621.382.012

K. Henk:

Essai des caractéristiques courant-tension des semiconducteurs pour hautes intensités de champ

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

Après une revue brève du mécanisme d'oscillation des matières semiconductrices différentes, l'article expose quelques problèmes de mesure qui se présentent au cours de la prise des caractéristiques courant-tension des semiconducteurs. Etant donné que l'oscillation commence généralement à une intensité de champ haute, le fonctionnement et par conséquent l'essai est possible seulement dans un service d'impulsion. Pour l'essai des caractéristiques une impulsion de dents de scie de largeur variable, de fréquence de répétition variable et linéaire semble le plus convenable. L'évaluation de la trace sur l'écran de l'oscilloscope doit être faite avec précaution. C'est une méthode très convenable pour essayer les conditions et autres effets et la répétition des mesures choisant des temps de trace différents et fréquences de répétition différentes. L'article décrit en détail le dispositif fait et utilisé dans l'Institut et quelques caractéristiques avec celui-la.

CDU 621.385.551:621.397.62

T. Tordai:

L'analyse de la distribution du courant des tetrodes à faisceaux dirigés

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

Dans l'étage de puissance de balayage des téléviseurs on doit utiliser des tetrodes à faisceaux dirigés dont le courant crête anodique est haut à une tension anodique et à un courant de grille d'écran relativement bas. Pour déterminer l'applicabilité des tubes, l'auteur présente le quotient du courant d'anode et de la grille d'écran en fonction de la tension anodique, ce qui rend possible l'étude du rapport qui existe entre la construction de la tube et la distribution du courant.

CDU 621.3.032.14:661.685

Dr. Z. Tomaschek:

Absorptivité des silicides intermétalliques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

L'article expose des essais de l'absorptivité de gaz des différents métaux purs et silicides utilisés pour la production des lampes électroniques. L'absorptivité des poudres appliquées sur différentes substances porteuses en grandeurs de grain et en épaisseurs de couche déterminées, aux pressions variées et températures différentes, est donnée pour des gaz plus importants de l'atmosphère de pompage.

CDU 621.395.44:621.395.724

S. Lajkó:

Système de téléphonie par courants porteurs pour câbles à 60/120 voies

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) N° 8.

L'auteur décrit le système développé et produit à la Fabrique des Téléphones de Budapest. La station de terminaison, les répéteurs du type différenciant, leur services principaux sont exposés. Les paramètres techniques fondamentaux des types d'appareillage particuliers sont aussi donnés.

Korszerű vobulátoros mérés technika

Telonic

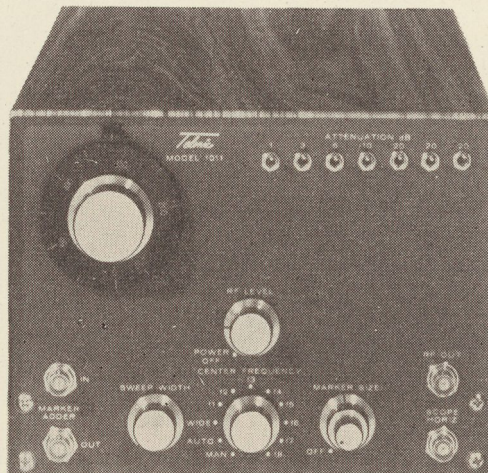
SZÉLESSÁVÚ VOBULÁTOR

URH részére

különösen alkalmas

AUTOTRACK-kal*

racionalis tuner-hangolásra



Műszaki adatok:

Típusjelzés

1011

1006

Frekvenciatartomány

5...250 MHz

450...910 MHz

Változtatható frekvencialöket

5-245 MHz

5-460 MHz

Kimenőfeszültség

0,5 Volt/eff.

50 Ω-ra szabályozott

Amplitúdómenet

+0,5 dB az egész tartományban

Szintbeállítás

Megválasztás szerint: 5×10 dB, 11×3 dB, 10×10 dB 0-50 dB kent., 60-60 vagy 75 Ω

Jelrendszer

lebegési jelek és impulzusjelek csatorna meghatározására és KF ellenőrzésre

Kivitel

teljesen tranzisztorszírt modulfelépítésben

* A vizsgálándó TV-tuner működtetése által a középfrekvencia automatikusan hangolódik

Kívánatra részletes

tájékoztatót és árajánlatot

küldünk. Készülékeinket

minden kötelezettség nélkül

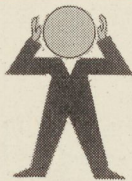
szívesen bemutatjuk.

Telonic

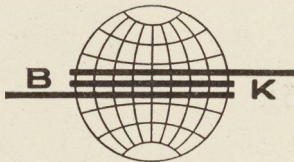
INDUSTRIES GMBH

Frankfurt am Main, Holzhauserstrasse 16

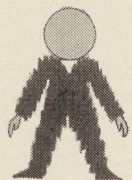
Telefon: 0611-551086, Telex: 04-14275



ZAJ



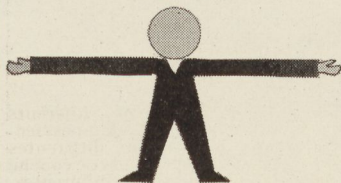
BRÜEL & KJÆR
NÆRUM - DENMARK



REZGÉS



RADIOMETER
COPENHAGEN - DENMARK



NYÚLÁS

MÉRÉSEK, TANÁCSADÁS

MŰSZEREK

SZERVIZE

GARANCIÁVAL



M E T R A K U S T

BUDAPEST, XIII., SALLAI I. U. 14-16.

TELEFON: 110-473. MNB 49



ellenállások

kondenzátorok

potenciométerek

• ELEKTROMODUL •

• ELEKTROMODUL •

• ELEKTROMODUL •



SZOVJET IMPORT

RC elemek

elektromechanikai alkatrészek

klf. csövek

klf. félvezetők

• ELEKTROMODUL •

Híradástechnikai, műszeripari

belföldi és import

ALKATRÉSZEK!

• **ELEKTROMODUL** •

Budapest, XIII., Visegrádi utca 47/a-b. Telefon: 495-340, 495-940. Telex: 3648



TRANSZFORMÁTOR KTSZ

Budapest, VII., Nefelejts utca 39.

Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:

anyagvizsgáló röntgenberendezések:
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:

váltakozó áramú stabilizátorok
generátor gyorsszabályozók

Feszültség szabályozók:

kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekerccses vagy
toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:

egy- és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok,
valamint híradástechnikai transzformátorok



MAGYAR KÁBEL MŰVEK

IGAZGATÓSÁG ÉS KÖZPONTI GYÁR

Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 466-770, 266-670

ZOMÁNCPUZALGYÁR

Budapest, XI., Hunyadi J. út 1.
Telefon: 268-930

SZEGEDI KÁBELGYÁR

Szeged, Huszár utca 1.
Telefon: 15-330

GYÁRTMÁNYOK:

Erősáramú szigetelt vezetékek

Jelző-, mérő-, működtetőkábelek

Erősáramú kábelek 1—35 kV-ig

Alumínium és acél-alumínium
szabadvezetékek

Tekercselőhuzalok

Switch-kábelek

Gumitömlő-kábelek

Híradástechnikai vezetékek

Távkábelek

Hírközlő kábelek

Hajókábelek

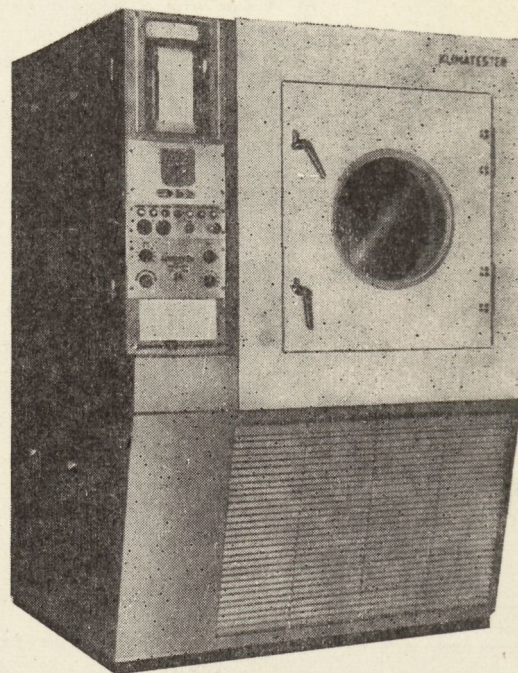
Zománcpuzalok

Zárt-acélkötelek

Hullámosított lemezkábeldobok

Problémát okoz Önnek a klímaállóság vizsgálata?

Az UK-5 típusú KLÍMATEST-tel megoldhatja!



**Ennél a készülékünkénél
mindenre gondoltunk.**

Győződjék meg róla...

A klímaszekrények építése terén fennálló évtizedes tapasztalataink alapján a készülékek kialakításánál már figyelembe vehettünk minden igényt; ezeknek igyekeztünk eleget tenni. Az **UK-5** típusú **KLÍMATEST** az élvonalbeli, hasonló készülékekkel egyenrangú, sőt egyes szolgáltatásaiban, megbízhatóságában azokat felülmúlja. Megbízhatósága — amely igen fontos követelmény — nemcsak a gondos munka, hanem a megfelelő anyagok megválasztásának eredménye.

Az **UK-5** típusú **KLÍMATEST** vizsgálóterének méretei: 550 mm széles, 600 mm magas, 700 mm mély. Az elektropolírozott rozsdamentes acélból készült vizsgálóterbe sehol sem nyúlnak be a térkihasználást gátló szerelvények. A vizsgálóterben — 30 °C és +100 °C között tetszőleges hőmérséklet állítható elő ± 1 °C pontossággal. A hőmérsékleteloszlás jobb mint 2 °C. A relatív légnedvesség 0 °C fölött szintén tetszőleges értékre állítható 15—100% között. A hőmérséklet és a relatív légnedvesség négy különféle — előre beállítható — értéke 24 órán belül programozható. Lehetséges a hőmérséklet — beállított értékek közötti — ciklikus ingadoztatása is, adott relatív légnedvesség mellett. A vizsgálóterbe tetszés szerint ultraibolya, vagy infravörös sugárzók helyezhetők el.

A vizsgálóter légállapotának jellemzőit nemcsak mérni, hanem az idő függvényében regisztrálni is lehet. Minden beállítás a kezelőlapokon levő gombokkal elvégezhető, a vezérlés elektronikus és teljesen automatikus.

A vizsgálóterből tetszőlegesen átvezethetők kábelek, amelyek lehetővé teszik a behelyezett készülékek vizsgálat alatti mérését, ellenőrzését.

Az **UK-5** típusú **KLÍMATEST** hűtése csapvizet igényel, maximális teljesítményfelvétele 3 kVA, területigénye 130 x 125 cm, magassága 205 cm.

A **KLÍMATEST** család egyszerűbb tagjai közül a közismert **UK-2** helyett az **UK-3**-at és több szolgáltatással az **UK-4**-et gyártjuk. Az **UK-6** fejlesztés alatt áll; ezt a típust már —60 °C és +100 °C közötti hőmérséklettartományra tervezzük.



„BÉKE” VILLAMOS- ÉS GÉPIPARI SZÖVETKEZET

BUDAPEST, XIII., SALLAI IMRE U. 14—16 Telefon: 110-473 MNB 49